

# El sector làctic espanyol, projecte i realització d'una CIP

Indústries Agràries i Alimentàries

**Autor:** Joan Ribera i Riera  
**Tutora:** Ma. Carmen Barco Guijarro

Abril 2011

**Títol:** El sector làctic espanyol, projecte i realització d'una CIP**Autor:** Joan Ribera Riera**Tutora:** M<sup>a</sup> Carmen Barco Guijarro**Resum:**

En aquest treball de final de carrera es desenvolupa el procés de millora que ha hagut de dur a terme una indústria làctica situada a León per tal d'adaptar-se a les necessitats del mercat lacti espanyol del moment.

El sector lacti actual, molt controlat per la normativa europea de producció lletera, es troba avui en dia afectat pel canvi de ruta seguit pel mercat, ara dominat per les grans empreses de distribució. Aquestes, amb tant poder sobre el mercat, exigeixen als seus productors alts nivells de qualitat de producció, baixos consums de recursos i registres molt rigorosos del procés d'elaboració i neteja.

És per aquest motiu que les indústries productores s'han vist obligades a complir aquests requisits. En aquest treball s'explica la realització i posta en marxa d'un sistema de neteja CIP (Clean in Place) que ha permès a una indústria lletera situada a León l'adaptació a aquestes exigències del mercat i de les empreses de distribució.

El projecte de la construcció de la CIP ha estat realitzat per l'empresa Diversey España S.L., en aquest treball s'explica cada un dels passos d'elaboració del projecte que s'han hagut de realitzar fins a la seva posta en marxa.

Finalment s'exposen les millores de qualitat i optimització de recursos obtingudes degut a la construcció d'aquest sistema de neteja CIP.

**Paraules clau:** indústria làctica, evolució del mercat, empreses de distribució, qualitat de producció, projecte, sistema de neteja CIP.

## **Título :** El sector lácteo español, proyecto y realización de una CIP

**Autor:** Joan Ribera Riera

**Tutora:** M<sup>a</sup> Carmen Barco Guijarro

### **Resumen:**

En este trabajo de final de carrera se desarrolla el proceso de mejora que ha realizado una industria láctea ubicada en León para adaptarse a las necesidades del mercado lácteo español actual.

Éste sector, muy controlado por la normativa europea de producción de leche, se encuentra dominado por el cambio de ruta que ha realizado el mercado debido al dominio que realizan las grandes empresas de distribución sobre él. Estas empresas con tanto poder, exigen a sus productores altos niveles de calidad de producción, bajos consumos de recursos y un registro riguroso de todo el proceso de elaboración y de limpieza.

Es por este motivo que las industrias productoras se han visto obligadas a cumplir con estas exigencias. En este trabajo se explica la realización y puesta en marcha de un sistema de limpieza CIP (Clean in Place) que ha permitido a una industria láctea ubicada en León adaptarse a estas exigencias del mercado y de las empresas de distribución.

El proyecto de construcción de la unidad CIP ha sido realizado por la empresa Diversey España, S.L. En este trabajo se explican los pasos de elaboración del proyecto que se han realizado hasta su puesta en marcha.

Finalmente se exponen las mejoras de calidad y optimización de recursos obtenidos gracias a la construcción de este sistema de limpieza CIP.

**Palabras clave:** industria láctea, evolución del mercado, empresas de distribución, calidad de producción, proyecto, sistema de limpieza CIP.

**Title:** Sector dairy Spanish, project and realization of a CIP**Author:** Joan Ribera Riera**Tutor:** M<sup>a</sup> Carmen Barco Guijarro**Abstract:**

The improvement process carried out by a dairy located in León to adapt to the needs of the current Spanish milk market is developed in this work of end of career.

This sector, very controlled by the European regulation of milk production, is dominated by the change of route which has made the market due to the domain that perform large distribution companies on it. These companies with so much authority, require its producing high levels of quality, low consumption of resources and a vigorous registration of the whole process of preparing and cleaning.

It is for this reason that the producing industries have been forced to comply with these requirements. This work explains the realization and implementation underway of a cleaning CIP system (Clean in Place) which has allowed a dairy located in León adapt to these requirements of the market and the distribution companies.

The project of construction of the CIP unit has been made by the company Diversey Spain, S.L. This paper explains the steps of preparation of the project have been to put in motion.

Improvements in quality and optimization of resources stemming from the construction of this system of CIP cleaning are finally exposed.

**Key words:** dairy, evolution of the market, distribution companies, production, quality, cleaning system CIP.

## Agraïments

Vull agrair profundament a Diversey España, S.L., l'empresa on treballo en l'actualitat, la paciència, l'ajuda i sobretot la confiança que han dipositat en mi a la hora de realitzar aquest treball de final de carrera.

Aquest projecte ha sigut possible realitzar-lo gràcies a l'ajuda dels meus companys de feina, el Ferran, el Diego, el Berni i el Javi, però sobretot gràcies als infinits coneixements sobre el tema del José Luís. No puc deixar-me els enginyers que han estat amb mi a la planta fent horaris intempestius, ells són l'Adolfo, el Juan Antonio i sobretot el Jaume, que sempre ha intentat que aprengui les coses a base de fer-les i no d'explicar-me-les.

Finalment agrair la paciència que ha tingut la meva tutora Ma. Carmen, els meus amics i la meva família que fa mesos que em demanen que entregui aquest treball.

# Índex

Introducció	9
Objectius	9
Materials i mètodes	10
Presentació	11
El Sistema CIP en la Indústria Alimentària	18
<b>Efecte mecànic:</b>	22
<b>Detergent:</b>	29
<b>Temps d'actuació:</b>	32
<b>Temperatura:</b>	33
Determinació del procés productiu	35
<b>Diagrames de flux:</b>	36
<b>Llet sencera, semi - desnatada i desnatada:</b>	37
<b>Llet enriquida amb calci sencera, semi – desnatada o desnatada, enriquida en Omega 3 i "Calcio y Crecimiento" :</b>	39
<b>Nata per processar en altres empreses</b>	40
<b>Maquinària de producció</b>	41
Cisternes de transport	42
Refrigeradors	43
Dipòsits emmagatzemament primari (Silos)	44
Higienitzadores	45
Dipòsit pulmó i termitzador	46
Desnatadores i intercanviador de plaques	48
Dipòsits entremitjos	49
Pasteuritzador de nata i dipòsits de nata	50
Dipòsit pre-mescla + mescladora + dipòsit de mescla	52
<b>UHT</b>	54
Auditoria	60
1. Cisternes de transport:	61
2. Refrigeradors:	62
3. Dipòsits emmagatzemament primari (Silos):	63
4. Higienitzadores	65
5. Dipòsit pulmó + Termitzador	66
6. Desnatadores + intercanviador de plaques	67
7. Dipòsits entremitjos (Dipòsits Brik)	69
8. Pasteuritzador nata + Dipòsits nata + Cisternes de nata	72
9. Dipòsit pre-mescla – Mescladora (Liquiverterers)	75
10. Dipòsits de mescla	77

---

11. Sistema UHT (intercanviador tubular + homogeneïtzador + dipòsit asèptic + omplidora)	80
Disseny del procés CIP	82
Dimensionat del sistema CIP	101
Instruments d'automatització i control de la unitat CIP	105
Justificació econòmica del projecte	117
Conclusions	120
Índex de taules	122
Índex de figures	123
Índex de imatges	123
Bibliografia	125

## Introducció

---

En aquest treball s'exposa com ha aconseguit una indústria làctica ubicada a León, adaptar-se a les exigències del mercat espanyol.

El mercat i els seus moviments depenen de múltiples factors relacionats amb l'activitat i les necessitats personals dels compradors. Aquests afecten de forma directa als fabricants que subministren els seus productes al mercat. És per això que aquests es veuen obligats a adaptar-s'hi. Sovint, l'adaptació implica modificacions en els sistemes de producció, o com és el cas que ens ocupa, implica una modificació en el sistema de neteja de la planta.

La indústria làctica en qüestió treballa exclusivament per una empresa de distribució. Aquest fet la obliga a reduir al màxim els costos de producció mantenint un nivell molt elevat de qualitat, i a la vegada a mantenir un registre molt acurat de tots els processos que es duen a terme a la planta, per tal de controlar a la perfecció la traçabilitat dels seus productes. És per aquest motiu que s'ha dissenyat un sistema de neteja basat en la tecnologia CIP.

En els següents apartats d'aquest treball s'explica en què consisteix aquesta tecnologia i en com s'ha hagut d'adaptar per poder realitzar la neteja de forma eficient en la indústria làctica en qüestió.

Al cap d'un any de funcionament de la unitat CIP dissenyada hem fet un anàlisi econòmic amb la finalitat de verificar els resultats d'eficiència esperats.

## Objectius

---

Els objectius específics de la realització d'aquest treball són els següents:

- Adquirir una visió clara de les raons per les quals una empresa realitza una gran inversió com és la construcció d'una nova unitat CIP de neteja.
- Aprendre i estudiar els fonaments i característiques bàsiques del funcionament d'una unitat CIP.
- Analitzar els factors físics i químics que permeten realitzar la neteja d'un equip o d'una canonada de forma automàtica sense haver de ser desmuntats.
- Estudiar els processos de producció de una indústria làctica obligada a realitzar gran varietat de consumibles.
- Conèixer i realitzar els càlculs necessaris per poder dimensionar una unitat de neteja CIP que garanteixi la sanitització de tots els equips de la planta.



- Determinar els instruments necessaris per realitzar el control de la unitat CIP, i que ahora ens permeten registrar i visualitzar els processos realitzat per la maquinària
- Avaluar i justificar de forma econòmica la construcció de la unitat CIP.

## Materials i mètodes

---

Aquest treball està basat en l'elaboració d'un projecte de construcció d'una unitat CIP realitzat per l'empresa Diversey España, S.L. en una indústria làctica ubicada a León. Així doncs la informació referent a la planta ha estat proporcionada per aquesta empresa.

Per altra banda hem hagut de buscar informació referent als moviments del mercat làctic espanyol i europeu dels últims anys, així com també dades de producció i transformació de llet en elaborats làctics. Aquestes dades s'han extret de documents oficials emesos per l'estat, com també d'articles editats per la revista Alimarket. S'ha procurat tractar els valors obtinguts en forma de taules i gràfics que permetessin una visualització fàcil dels mateixos.

Paral·lelament hem obtingut resultats referents a magnituds físiques mitjançant fórmules i taules empíriques editades en llibres de física bàsica que s'han anat tractant al llarg de la carrera universitària i que sobretot s'han extret dels apunts presos a classe.

Les informacions derivades de tractaments químics i de la influència d'aquests en els materials i en els diferents productes làctics, han estat proporcionades per l'empresa Diversey España, S.L.

Tots els processos de fabricació de cada un dels productes làctics que s'exposen en aquest treball s'han extret de llibres especialitzats en indústria làctica, les referències dels quals es poden trobar a la bibliografia d'aquest treball.

Finalment, els càlculs contables realitzats en l'últim apartat d'aquest treball s'han obtingut mitjançant els valors subministrats per l'empresa Diversey España, S.L. i s'han exposat de forma gràfica per facilitar-ne la comprensió.

## Presentació

Aquest treball explica els canvis que ha hagut de realitzar una indústria làctica situada a León per adaptar-se a l'actual situació del mercat làctic espanyol. No obstant aquest està supeditat al mercat làctic europeu, per tant caldrà entendre prèviament el seu funcionament.

Per tal de tenir una visió global del mercat, enfocarem aquest estudi en els següents sentits:

- Producció de llet
- Productes elaborats a partir de llet
- Vendes, en funció del tipus de producte i del canal de distribució.

El mercat làctic europeu, pel que fa a produccions, està controlat en l'actualitat, i des de l'any 1984, per la Comissió Europea. El control està exercit a través de les anomenades Quotes Lleteres, que són una restricció quantitativa de la producció lletera en cada un dels estats membres de la Comunitat Europea.

Les Quotes Lleteres van aparèixer amb la PAC (Política Agrària Comú), i junt amb aquesta s'han anat revisant i reformulant. No obstant, aquestes, tenen els dies comptats, ja que està previst que l'1 d'abril de l'any 2015 desapareixeran. Conseqüentment aquesta restricció de producció ja no existirà. En la revisió de la reforma de la PAC de l'any 2003, es va decidir que les Quotes pujarien un 1% anual des del 2009 al 2013, d'aquesta manera s'anava regularitzant mica en mica la lliure producció de llet a la UE.

Actualment, la producció lletera en el total de la UE està per sota de la Quota global de producció. Segons la Comissió de les Comunitats Europees, en el seu estudi de la situació del mercat de la llet i dels productes làctics del 2009, la producció de llet estava un 4,2% per sota de la Quota global.

Com a resultat d'aquest fet, les grans empreses làcties amb excedents de producció, van optar per la compra de fàbriques en altres països de la Unió on no s'arribava al límit de la Quota. D'aquesta manera han evitat pagar les grans quantitats de diners que representen les multes per excés de producció. Un exemple d'aquesta distribució d'excedents seria la compra de plantes de tractament de llet crua per part de la francesa Lactalis en territori espanyol (Alimarket, 2009).

Un altre efecte és la compra de petits productors per part de les grans empreses lleteres. D'aquesta manera han aconseguit tenir més marge de producció, ja que s'han quedat amb la d'aquestes empreses més petites que també contabilitzaven en el global de les Quotes.

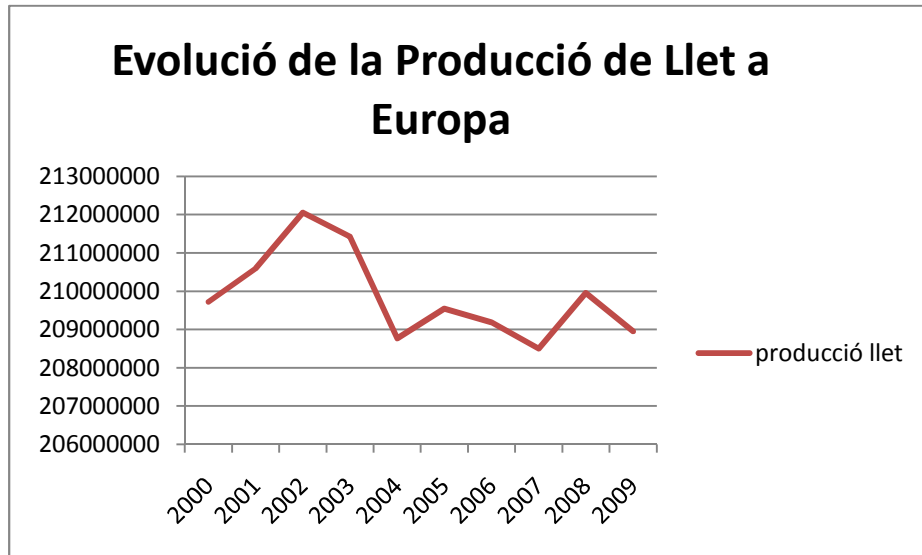


Figura 1: Evolució de la producció de llet a Europa  
Font: FAO

Com podem veure en l'anterior figura la producció de llet en tones/any a Europa va tenir una pujada substancial durant els primers anys del nou segle, per baixar l'any 2004 fins a valors mitjanament constants que es mantenen en l'actualitat. De la mateixa manera que amb Europa, és necessari analitzar també les dades d'aquesta referència a l'estat Espanyol.

En la següent taula podem veure una relació de producció de llet i derivats làctics referent a Espanya.

Taula 1: Evolució de la producció de llet i derivats a Espanya

### Producción de *leche* y *derivados lácteos* en España (tm.) Península Baleares y Canarias

	2004	2005	2006	2007	2008	Evol 03/07
<b>DISPONIBILIDADES</b>						
<b>Leche recogida</b>	<b>6.656.900</b>	<b>6.681.500</b>	<b>6.632.000</b>	<b>6.526.700</b>	<b>6.607.800</b>	<b>1,24</b>
Vaca	5.921.500	5.940.300	5.863.000	5.764.600	5.862.700	1,70
Oveja	357.300	377.400	392.200	378.200	375.500	-0,71
Cabra	378.100	363.800	376.800	383.900	369.600	-3,72
<b>Importaciones (1)</b>	<b>260.700</b>	<b>272.700</b>	<b>313.500</b>	<b>357.200</b>	<b>471.100</b>	<b>31,89</b>
Leche	205.400	207.100	239.500	251.700	350.100	39,09
Nata y leche concentrada	28.700	40.200	40.700	46.400	90.900	87,81
Leche en polvo	14.200	19.100	21.100	47.200	19.200	-59,32
Queso industrial	4.900	2.800	3.200	4.700	4.500	-4,26
Mantequilla y otros	7.500	3.500	9.000	5.200	6.400	23,08
<b>PRODUCTOS OBTENIDOS</b>						
<b>Leche de consumo</b>	<b>3.813.900</b>	<b>3.677.500</b>	<b>3.543.000</b>	<b>3.577.900</b>	<b>3.609.000</b>	<b>0,87</b>
Pasteurizada	117.800	136.800	134.000	135.200	117.600	-13,02
Entera	84.900	122.000	117.800	120.200	101.900	15,22
Semidesnatada	12.600	14.100	15.500	14.200	14.600	2,82
Desnatada	20.300	700	700	800	1.100	37,50
Esterilizada	553.200	596.600	399.600	327.100	341.400	4,37
Entera	319.000	316.600	219.900	165.700	162.600	-1,87
Semidesnatada	170.000	210.700	140.000	121.400	137.700	13,43
Desnatada	64.200	69.300	39.700	40.000	41.100	2,75
UHT	3.142.900	2.944.100	3.009.400	3.115.600	3.149.900	1,10
Entera	1.500.900	1.316.300	1.305.300	1.334.100	1.294.700	-2,95
Semidesnatada	1.015.800	997.800	1.054.200	1.112.300	1.157.200	4,04
Desnatada	626.200	630.000	649.900	669.200	698.000	4,30
Leche concentrada	65.300	59.600	47.400	46.700	46.300	-0,86
Productos en polvo	17.500	17.400	18.800	19.800	23.900	20,71
Nata de consumo directo	66.600	74.900	76.400	94.700	120.500	27,24
Mantequilla	50.500	58.900	46.700	39.100	40.600	3,84
Quesos (excepto fundido)	303.700	308.900	314.500	316.600	317.100	0,16
De vaca	130.000	134.200	129.500	131.400	129.000	-1,83
De oveja	37.300	39.700	41.400	42.700	45.300	6,09
De cabra	14.900	14.100	16.700	21.600	20.400	-5,56
De mezcla	121.500	121.000	126.900	120.900	122.400	1,24
Queso fundido	21.900	21.200	23.100	24.100	25.000	3,73
Leche acidificadas y fermentadas	767.200	774.400	797.200	814.100	803.000	-1,36
Sin aditivos	260.300	347.100	390.800	154.000	156.600	1,69
Con aditivos	506.900	427.300	406.500	660.100	646.400	-2,08
Gelificadas y otros prod. frescos	174.100	202.000	196.300	189.500	189.800	0,16
Bebidas a base de leche	374.000	417.700	440.800	426.900	380.200	-10,94
Sueros y otros productos	1.191.100	1.839.500	1.743.000	1.497.900	1.555.700	3,86
<b>EXPORTACIONES</b>	<b>59.100</b>	<b>63.100</b>	<b>50.900</b>	<b>34.800</b>	<b>37.900</b>	<b>8,91</b>

(1) Datos facilitados por las industrias lácteas nacionales referidos a productos lácteos importados para su uso como materia prima; no son comparables con los facilitados por Acuaras  
Fuente: MARM, Encuesta Láctea Anual

En l'anterior taula es pot observar, no només la producció de llet a nivell espanyol, sinó també les importacions i exportacions realitzades. Com veiem la producció global de llet és bastant estable a diferència de la europea que presenta alts i baixos molt més destacats. Cal remarcar una dada molt important que és l'augment substancial de les importacions de llet a Espanya. Aquestes augmenten un 39% i les de nata i llet concentrada un 87%. Aquestes dades són una prova més de la compra de fabriques lleteres a Espanya per part d'empreses franceses per tal de poder distribuir els seus excedents de llet.

Un cop produïda, la llet és processada. En els últims 50 anys la varietat de productes elaborats a partir d'ella ha crescut notablement. Inicialment la llet es venia crua, sense cap tipus de processat i a granel, el consumidor mateix era l'encarregat de fer-li el que tècnicament avui en dia es diu el tractament tèrmic. En els últims anys, segurament degut a la menor disponibilitat de temps dels compradors, aquests han tingut tenien la necessitat de poder beure llet amb certes garanties sanitàries i a més estalviar-se el temps del tractament tèrmic, és a dir bullir-la. És aleshores quan es van començar a comercialitzar les llets pasteuritzades i esterilitzades. En l'actualitat les necessitats són unes altres molt diferents, sovint estan molt relacionades amb la salut i l'estètica corporal, és per això que les productores s'han vist obligades a augmentar el seu ventall de producte, sovint per cada una de les necessitats s'ha elaborat un producte concret. Així doncs avui dia tenim en el mercat: llet sencera, Semi-desnatada, Desnatada, rica en Calci, rica en Vitamines, tenim iogurts, milers de varietats de formatges i tots ells elaborats a partir de llet crua.

De la mateixa manera, sempre partint de les necessitats dels clients, han aparegut nous canals de distribució i venda d'aquests productes que hem anomenat. La següent taula ens mostra l'evolució en valor de venda segons el canal de distribució en els últims 15 anys.

**Taula 2: Quotes de mercat d'alimentació per habitatge segons format comercial**

CUADRO 6.5 CUOTAS DE MERCADO DE LA ALIMENTACIÓN COMPRADA POR LOS HOGARES SEGÚN FORMATOS COMERCIALES (Porcentaje del valor de venta)						
	1995	1999	2003	2007	2008	2009
Total alimentación						
Tienda tradicional *	35,6	31,5	30,1	23,0	28,2	27,7
Supermercados **	35,6	39,9	42,4	45,6	46,1	47,0
Hypermercados	16,6	17,0	17,6	16,9	16,8	16,1
Resto ***	12,1	11,6	9,9	9,5	8,9	9,2
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Alimentación fresca						
Tienda tradicional	48,7	47,8	46,7	44,9	45,5	45,5
Supermercados	26,4	27,4	30,2	33,0	33,1	33,4
Hypermercados	8,9	9,0	11,0	10,3	10,4	9,8
Resto	16,0	15,8	12,1	11,8	11,0	11,5
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Alimentación seca						
Tienda tradicional	24,1	14,7	13,9	11,6	12,1	11,9
Supermercados	44,0	52,3	54,3	57,1	58,2	59,1
Hypermercados	24,3	25,3	24,1	22,9	22,7	22,0
Resto	7,6	7,2	7,7	8,4	7,0	7,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

\* Tienda tradicional incluye colmados, panaderías, carnicerías/charcuterías, pescaderías, tiendas de congelados y locales de mercados y plazas.  
 \*\* Supermercados incluye también establecimientos de descuento y autoservicios.  
 \*\*\* Resto incluye autoconsumo, mercadillos y otros tipos de canales.  
 Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.

Font: MARM

Com veiem en la primera franja de dades, tots els formats comercials han disminuït el seu percentatge de vendes excepte els supermercats. Aquests han pujat el seu valor tant en producte fresc com en producte sec. Hi ha diverses raons que podrien explicar el bon funcionament d'aquests tipus d'establiments, com per exemple la proximitat al client (aquest s'hi pot desplaçar a peu, li queda a prop de casa), els preus, l'aglutinament de tots els productes en un sol establiment, etc.

Arrel del creixement dels supermercats, han aparegut empreses dedicades específicament a la distribució d'aliments per aquest tipus d'establiment, les anomenades empreses de distribució (EDD). La seva funció inicial, era recopilar els aliments de diferents productors i subministrar-los als supermercats. Aquestes empreses van anar guanyant capacitat fins al punt que s'encarregaven de la distribució de tots els productes dels punts de venda. El domini sobre la distribució els ha permès crear els seus propis establiments de venda al públic, fent desaparèixer d'aquesta manera un intermediari, i per tant han pogut vendre el producte final a un preu més barat que la resta de cadenes de supermercats dedicades exclusivament a la venda d'aliments.

Els preus més baixos amb la mateixa qualitat alimentària, ha portat l'èxit als supermercats de les EDD's, provocant una proliferació exagerada d'aquest tipus d'establiments, com per exemple Mercadona, Carrefour, Aldi, Lydl, etc. Els productes làctics no han estat una excepció en aquesta evolució del mercat. En la següent taula podem veure l'evolució de les vendes de productes làctics en els supermercats de les EDD en els últims dos anys.

Taula 3: Penetració de les EDD's en làctics

<b>Penetración de la MDD en lácteos</b>				
Categoría	Volumen		Valor	
	2008	2009	2008	2009
<b>Leche</b>				
Leche Normal	48,40	54,20	42,30	45,50
Leche Calcio	42,20	47,90	35,10	38,40
<b>Yogures y termizados</b>				
Desnatado	45,50	50,40	28,30	31,10
L. Cassei	53,00	57,20	35,10	39,90
Bifidus	36,40	41,40	22,40	25,00
	36,80	39,50	22,70	23,80
<b>Postres frescos</b>				
Flanes	49,4	55,4	35,5	41,0
	55,8	57,7	40,20	42,30
Natillas	42,30	50,20	30,30	37,20
<b>Quesos</b>				
Queso emmental/gruyere	52,00	56,50	48,60	52,60
Queso especial Importación	56,10	55,20	51,70	50,90
Queso rallado	57,10	55,70	47,80	48,40
Queso T. Burgos	53,50	54,90	41,40	42,70
Queso fresco	50,10	51,20	37,70	38,60
Petit	41,40	47,90	26,90	33,50
Surtido de quesos	61,30	51,00	42,10	33,40
Queso fundido	41,40	44,20	27,60	30,50
Manchego y Regional	28,50	33,60	23,20	28,50
Queso pasta veteada	33,50	28,30	27,70	25,70
Queso pasta blanda	16,60	17,80	10,70	12,80

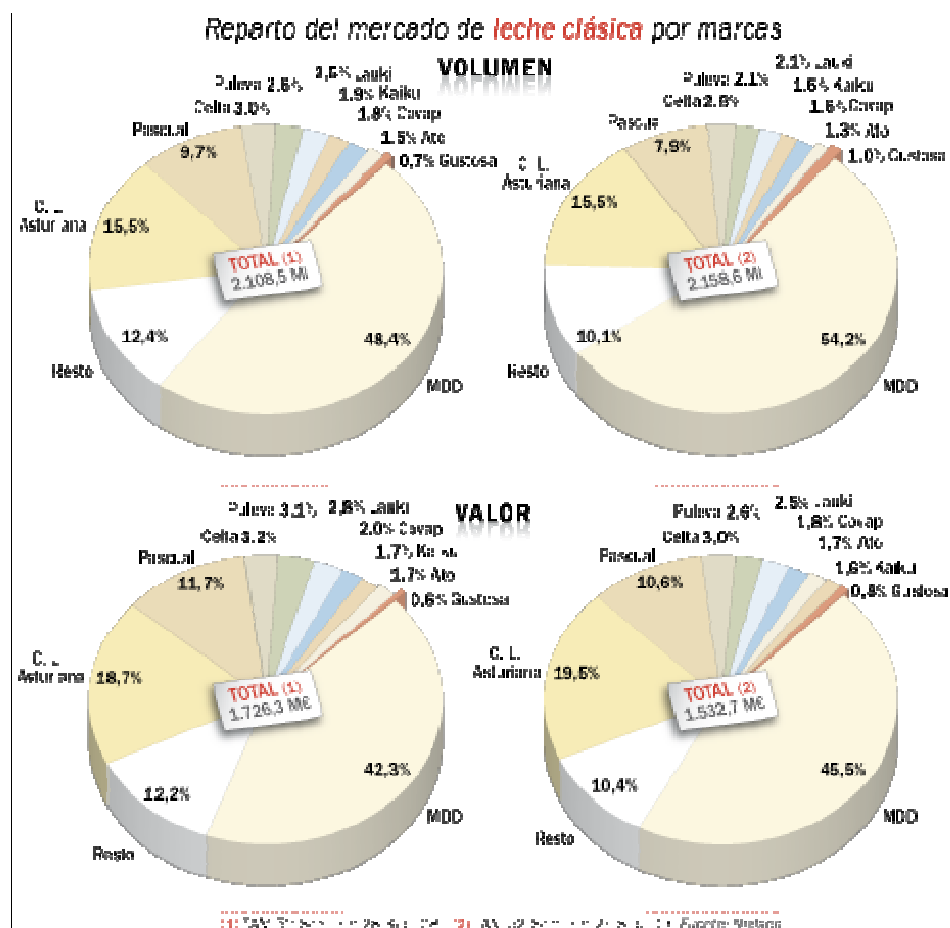
Fuente: Elaboración Alimarket con datos de Iri España

Font: Alimarket

Com podem veure en la taula 3, tant el volum de venda com el valor de venda de la majoria de productes láctics subministrats per les EDD, ha augmentat en un rang de un dos a un cinc per cent, i fins i tot en alguns casos més, com és el cas de la llet normal, s'entén sencera en el que estem parlant d'un 6% més de volum de vendes.

L'èxit dels supermercats de les empreses de distribució ha permès a aquestes fer un pas més en el seu negoci.

Amb els anys, molts productors han passat a vendre exclusivament a aquestes empreses, fet que ha permès a les EDD tenir el control sobre els productors. Molts d'ells han passat a dependre completament d'elles, ja que aquestes són el seu únic comprador. Això els hi ha permès diverses coses, entre d'elles a obligar al productor a etiquetar el producte amb la marca de l'empresa. Com veiem en les següents gràfiques, al setembre de l'any 2009 més de la meitat de la llet sencera venuda en volum de venda ja era amb la marca de les EDD. Es mostren també els percentatges de la resta de marques productores que de moment aguanten l'inversió de les distribuïdores.





Per altra banda, el control dels productors ha permès a les EDD exigir-los la màxima qualitat productiva al mínim cost. Com a resultat d'aquest fet, tenim l'aparició d'empreses dedicades exclusivament a la producció d'aliments, i en el cas que ens afecta, de llet per a les EDD amb la seva marca. Bons exemples d'aquest fet serien empreses com Lactiber, Lactalis, Andros, Iparlat i d'altres com Llet Nostra, que fabriquen sobretot per Mercadona i la seva marca Hacendado.

Paral·lelament al creixement de les EDD, la conscienciació de la societat europea i espanyola en aspectes ambientals ha evolucionat notablement. Arrel d'això les entitats governamentals s'han vist obligades a renovar i a generar normatives, cada cop més estrictes, per tal de regular en aquests aspectes les empreses de producció alimentària.

Aquestes noves normatives han estat orientades, sobretot, en dos sentits. Per un costat calia reduir els residus generats i per altra banda reduir els consums. En el cas d'una indústria làctica parlem sobretot de reduir consum d'aigua, tot i que també d'electricitat i de gas.

Les exigències de les EDD i les exigències normatives, han portat a moltes empreses productores com les que hem anomenat, a renovar les seves plantes per aconseguir el màxim rendiment de producció. És a dir produir al mínim cost i al menor consum de recursos.

Una de les maneres de millorar notablement el rendiment d'una indústria és la instal·lació d'un sistema CIP (Clean In Place, neteja en l'element), com el desenvolupat per l'empresa Diversey España S.L. en una planta productora de llet que treballa exclusivament per una EDD.

Seguidament explicarem en què ha consistit la realització del projecte i la instal·lació d'aquest sistema CIP de neteja.



## El Sistema CIP en la Indústria Alimentària

Hem vist que les exigències del mercat han obligat a la indústria alimentària a augmentar el seu rendiment de la producció. En aquest apartat del treball analitzarem com el sistema CIP pot ajudar a millorar aquest rendiment. Cal que comencem però, per entendre en què consisteix un sistema CIP.

Un sistema CIP es pot definir com una tècnica de circulació i recirculació d'aigua, solucions detergents i desinfectants pels equips de producció d'una Indústria, sense necessitat de desmuntar-los, amb eficiència i reproductibilitat. Dit d'altra manera és un sistema automàtic per fer la neteja i desinfecció de la maquinària utilitzada en la indústria, i en el cas que ens ocupa, de la indústria làctica. Per descobrir els seus inicis no cal remuntar gaires anys enrere.

Al llarg del segle XX la indústria va començar a agafar cos, motivada per l'aparició de les noves tecnologies de fabricació en línia, i la possibilitat de produir en grans quantitats de forma relativament higiènica. El creixement de les ciutats i l'allunyament de les indústries d'aquestes, va generar la inquietud dels industrials alimentaris, d'allargar la vida dels seus productes per tal que aquest arribessin en bon estat a casa dels seus clients. Aquest fet va portar-los a investigar una de les causes que acceleraven més el deteriorament dels seus productes, la falta d'higiene.

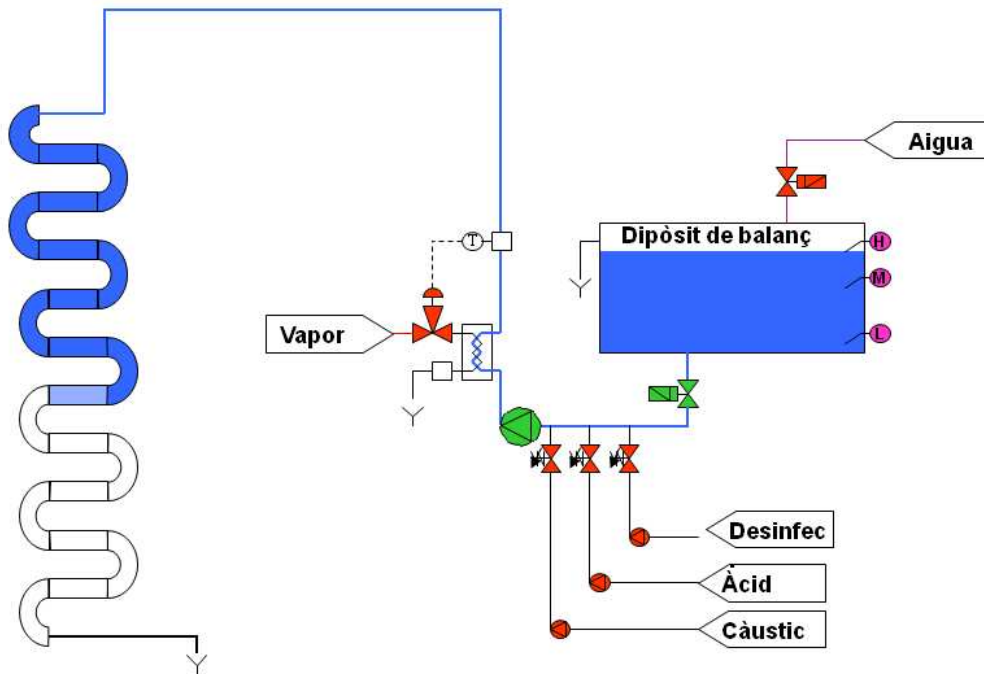
Aleshores, la neteja de les eines i de la maquinària es realitzava de forma manual. Sovint representava desmuntar els instruments, fer-ne la neteja manual, la desinfecció i finalment tornar-los a muntar, moment en què es podien produir recontaminacions. Tot i ser relativament eficient, aquest tipus de neteja representava uns altíssims costos, no només pel fet de pagar els sous dels treballadors que es passaven llargues hores realitzant la neteja, sinó el que és més important, mentre es netejava no es podia produir. Aquests dos factors no es poden eliminar amb la tecnologia, no obstant es poden reduir fins a fer-los sostenibles.

Calia doncs trobar un sistema que fos capaç de netejar la maquinària sense necessitat de desmuntar-la, i a més que funcionés de forma automàtica. Pensant només en com rentem les paelles a casa, ens podem fer una idea del que calia realitzar, primer esbandir, seguidament fregar, i finalment esbandir el sabó. Calia doncs, fer circular aigua per l'interior dels equips, seguidament fer-hi passar aigua amb sabó de forma que es produís una fricció i finalment tornar a passar aigua per l'equip. És en aquest moment, després de fer aquesta breu reflexió, quan apareix el sistema CIP, que prové de l'anglès "Cleaning In Place".

Partint d'aquesta base, se'ns acudeixen diferents maneres de realitzar aquestes etapes, així doncs hem de diferenciar tres tipus de sistema CIP:

- Circuit obert
- Circuit tancat sense recuperació de solucions
- Circuit tancat amb recuperació de solucions

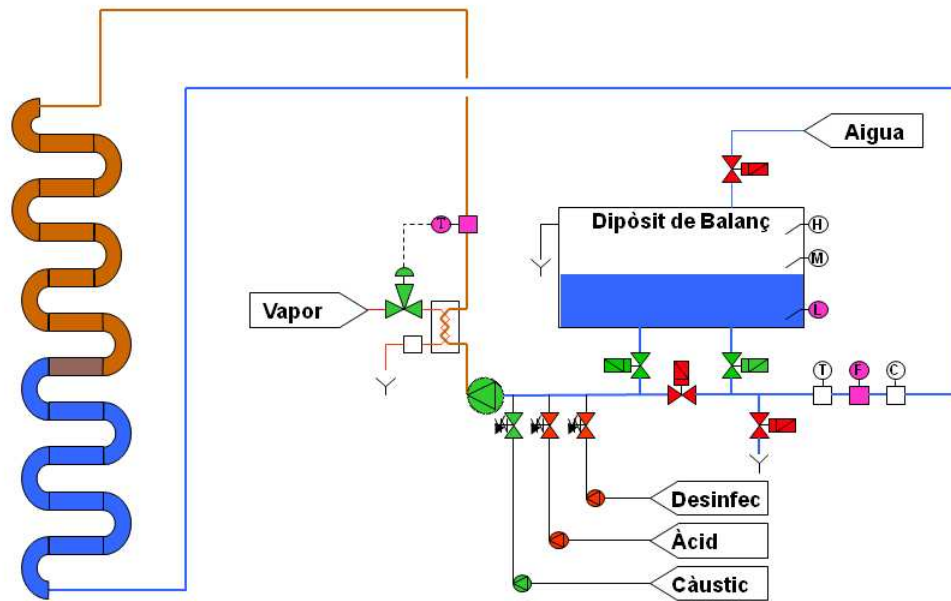
**Un sistema CIP de Circuit Obert** està format per un dipòsit mínim i una bomba. Les solucions de neteja no tenen recirculació, passen un únic cop per l'element a higienitzar i es llencen a desaigua. El dipòsit actua com un pulmó d'aigua per realitzar els esbandits, es va omplint permanentment i en posar-se en marxa la bomba que impulsa l'aigua fins l'equip a netejar es dosifica el producte que volem utilitzar. En la següent imatge s'esquemmatitza el sistema CIP obert.



Imatge 1: sistema CIP Obert  
Font: elaboració pròpia

Com veiem en la imatge, el dipòsit de balanç s'està buidant ja que s'està utilitzant aigua per fer el primer esbandit abans de realitzar la neteja. La vàlvula pintada de color verd indica que està oberta, i la bomba pintada, també de verd, indica que està funcionant. Amb aquesta combinació veiem que s'està buidant el dipòsit. Un cop hem passat per l'element a netejar, l'aigua, i posteriorment les solucions de neteja van directament al desguàs, representat per una i grega (Y).

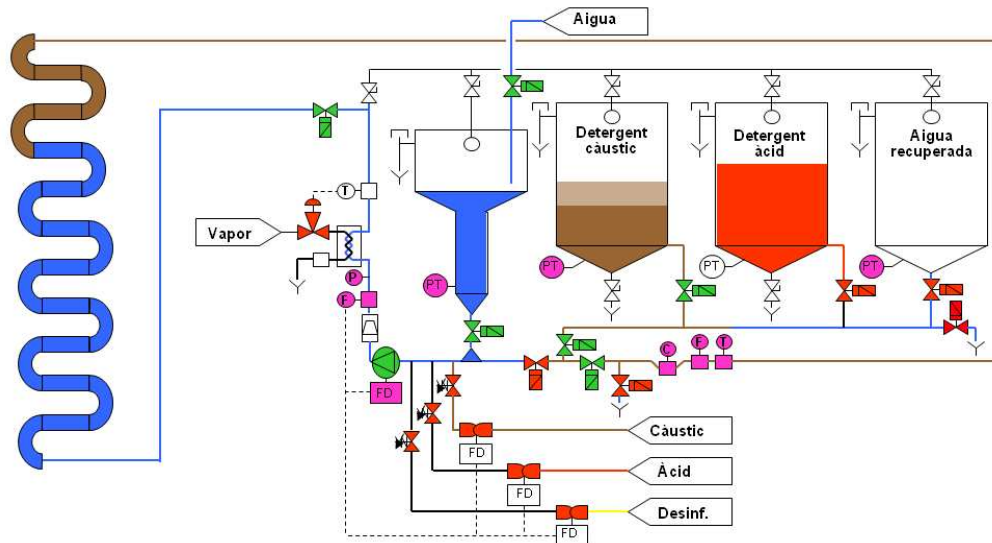
Un sistema de **Circuit tancat sense recuperació de solucions** està format igualment per un dipòsit i una bomba, però es diferencia de l'anterior en què el producte de neteja es fa recircular, i per tant passa més d'un cop per l'element a higienitzar. Un cop es considera que l'element ha estat en contacte prou estona amb el producte, aquest es llença a fons perdut. Respecte el de circuit obert s'estalvia grans quantitats de producte i d'aigua. La següent imatge ens mostra de forma esquemàtica un sistema CIP tancat. En aquest cas el sistema està fent recircular producte càustic (veiem la bomba de color verd, indicatiu de funcionament) que s'està escalfant, per millorar la seva efectivitat, gràcies a un intercanviador de calor que s'escalfa mitjançant vapor.



Imatge 2: sistema CIP tancat  
Font: elaboració pròpia

Finalment, el **sistema CIP de Circuit tancat amb recuperació de solucions** és el més eficient dels tres. Està format per més d'un dipòsit i com a mínim d'una bomba. En aquest cas el producte no només es fa recircular per l'element, sinó que a més, en acabar la neteja aquell tant per cent de detergent que es pot aprofitar, es diposita en els dipòsits. Per exemple, l'aigua utilitzada per fer l'esbandit final de l'element es pot reaprofitar per fer l'esbandit inicial d'un altre element. Aquesta s'emmagatzemarà en el dipòsit d'aigua recuperada. De la mateixa manera podem aprofitar una part del producte detergent utilitzat que l'emmagatzemarem en el seu dipòsit corresponent. En aquest cas els dipòsits no només serveixen com a pulmó de producte, sinó també com a magatzem de detergent recirculat i reutilitzat. Com és evident, cada un d'ells ha de disposar d'un dipòsit. El consum d'aigua i de detergent és molt inferior als casos anteriors i per tant el rendiment molt més elevat. La següent imatge ens mostra de forma esquemàtica un sistema CIP tancat amb recirculació. Com podem veure, el retorn de les solucions entra directament al començament del circuit, com en el cas anterior, sinó que es diposita en els dipòsits pulmó de producte.

En la següent imatge s'esquematitza l'esbandit de producte càustic amb aigua de xarxa. Si observem el joc de vàlvules pintades en verd, veiem que la solució càustica retorna al dipòsit corresponent.



Imatge 3: sistema CIP tancat amb recirculació  
Font: elaboració pròpia

Seguidament ens hem de preguntar com podem automatitzar aquells passos que realitzem de forma manual. Una manera de veure els passos i la forma d'automatitzar-los, és imaginar-se que estem fregant un plat, i ens cal:

- **Efecte mecànic** (en netejar un plat el produïm amb aigua i un fregall)
- **Detergent** (ens ajudem amb l'efecte químic que produeix el sabó)
- **Temps d'actuació** (si no estem una estona fregant, les incrustacions persisteixen)
- **Temperatura** (l'efecte de l'aigua i alguns detergents sobre la brutícia millora amb la temperatura)

Tot seguit expliquem com automatitzem aquests quatre passos bàsics de neteja:

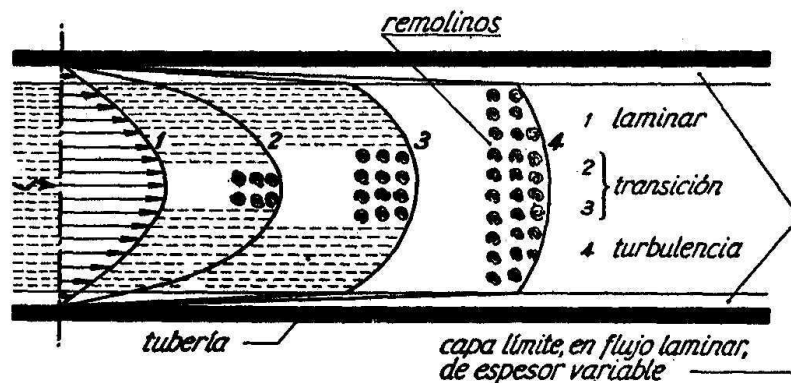
## Efecte mecànic:

Calia trobar una manera d'aconseguir-lo sense ficar un fregall a dins dels equips, així doncs es va pensar en l'efecte de l'aigua en circulació. Per aconseguir aquesta circulació d'aigua hem de diferenciar entre els diferents tipus de maquinària que hem de netejar, són els següents:

- Canonades i equips
- Recipients

En Canonades i equips l'efecte mecànic ve donat pel cabal (Q) i per les condicions de treball, és a dir la temperatura i diàmetre de la mateixa.

L'efecte de l'aigua segons el cabal en una canonada queda representat en la següent imatge:



Imatge 4: efecte de l'aigua segons el cabal  
Font: Sistemas automáticos de limpieza en la industrias lácteas

En ella veiem 3 estats o tipus de circulació del fluid per l'interior de la canonada, laminar, en transició i en turbulència. Aquests tres estats venen definits pel número de Reynolds, que es troba segons la següent equació:

$$Re = 4 Q \varphi / \pi \mu d$$

Com ens mostra la imatge 3, tant en règim laminar com en turbulent, la velocitat del fluid en la paret de la canonada és 0, a aquest espai de velocitat 0 l'anomenarem capa límit. Aparentment, doncs, no hi hauria manera d'aconseguir velocitat i/o efecte mecànic en la paret de la canonada que és on es troba la major part de la brutícia.

Ens hem de fixar doncs en el que anomenem coeficient de fricció. Es tracta d'un valor que representa el fregament entre el fluid i la paret de la canonada. Així doncs a més coeficient de fricció, més arrossegament de la brutícia que pugui trobar-se incrustada. Aquest coeficient ve donat per la rugositat relativa de la canonada. En aquest cas hem de matisar que les canonades utilitzades en la indústria alimentària acostumen a ser llises, i que per tant la rugositat en elles serà nul·la, o ens vindrà donada per la brutícia que continguin. Podem dir doncs que es tracta d'una rugositat artificial. Tots els càlculs aniran doncs relacionats amb aquest valor "artificial".

Tenint en compte que el coeficient de fricció depèn de la rugositat de la canonada, i aquesta depèn de la brutícia que es troba en la capa límit, caldrà treballar en un règim de circulació en què la capa límit sigui el més petita possible. Com aquesta és inversament proporcional a la velocitat, com ens justifica l'equació següent, a més velocitat menys capa límit, més rugositat i més coeficient de fricció. Així doncs treballarem a màxima velocitat, a règim turbulent.

$$\delta = f(1 / v)$$

Ara que ja sabem en quin règim hem de treballar, ja podem calcular el coeficient de fricció. Aquest es calcula segons la següent equació, les dades de la qual es poden extreure del gràfic de Moody adjunt.

$$1 / \sqrt{f} = -4 \log_{10}(\epsilon / 3,7)$$

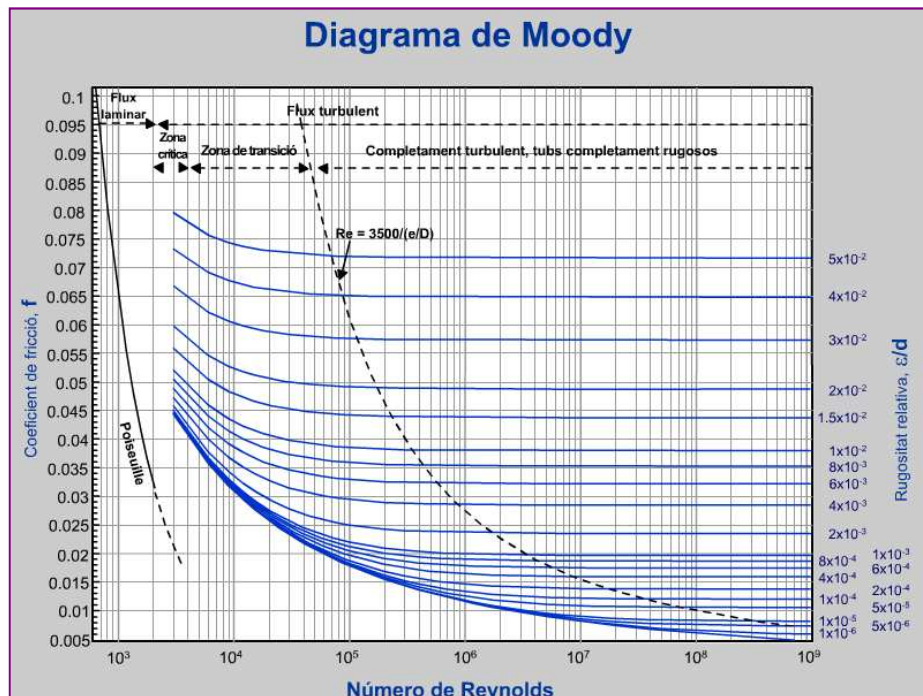


Figura 3: diagrama de Moody  
Font: Diversey España S.L.

Fent els càlculs corresponents veuríem que el número de Reynolds òptim de treball en processos CIP per canonades inferiors a 4" es troba entre 100.000-200.000. Per diàmetres superiors parlariem de nº de Reynolds entre 50.000-80.000.

Així doncs, estimant que per fer la neteja adequadament ens movem al voltant de valors de nº de Reynolds de 200.000, podem trobar el cabal necessari en funció del diàmetre segons la següent equació:

$$Q = Re \pi \mu d / 4 \varphi$$

Els valors de viscositat ( $\mu$ ) i de densitat ( $\varphi$ ) venen donats per les característiques del producte que fem circular per la canonada. Si agafem com a model l'aigua i tenim en compte que aquesta varia les seves propietats segons la temperatura aconseguim la següent taula de resultats:

Taula 4: cabal segons el diàmetre en Sistemes CIP

• Diàmetre	m <sup>3</sup> / h
1"	6
1 1/2"	9
2"	12
2 1/2"	15
3"	18

Font: Diversey España S.L.

Pel que fa als **recipients**, haurem d'utilitzar algun objecte que ens projecti les solucions de neteja de tal manera que generin en ells un efecte igual al produït en les canonades. Com veurem, l'objecte escollit per realitzar aquesta funció són boles de neteja. Tots els càlculs que haurem de realitzar, aniran relacionats amb el disseny i optimització de les boles de neteja.

D'entrada hem d'escollir entre utilitzar les boles amb alta o baixa pressió.

**Taula 5: diferència entre capçals a alta i baixa pressió**

	<b>Alta pressió (&gt; 4 bar.)</b>	<b>Baixa Pressió (&lt; 3 bar.)</b>
<b>Eficàcia</b>	Acció mecànica per impacte	Flux constant, sinèrgia
<b>Acció</b>	Impactes periòdics	Impacte constant
<b>Consums</b>	Alts consums elèctrics baixos d'aigua	Mitjà consum elèctric, mitjà consum d'aigua
<b>Costos</b>	Alt	Baix
<b>Seguretat</b>	Potencials problemes	Alta

**Font: elaboració pròpia**

Els mètodes **d'alta pressió** (per sobre dels 4 kg/cm<sup>2</sup>) basen la seva eficàcia en l'acció mecànica deguda a l'alta velocitat de la solució projectada, la qual ha d'arrancar la brutícia del recipient.

Per aconseguir aquesta acció mecànica, es fa necessari que el capçal de projecció disposi d'orificis de considerables dimensions, si no és així, l'elevada pressió genera que la solució projectada s'atomitzi, moment en el què perdria completament l'acció mecànica. Aquest fet ens porta a dimensionar instal·lacions CIP dotades de bombes que proporcionin molt cabal a alta pressió, conseqüentment d'un elevat cost. Per pal·liar aquests costos podem pensar en dotar els capçals de projecció, de moviments rotatius i oscil·lants que generarien un impacte periòdic en cada una de les zones del dipòsit, i a la llarga la neteja de tot el recipient. No obstant es deriven altres problemes:

- Es redueix el temps de contacte entre superfície i solució detergent.
- Incrementa el risc de potencials focus d'activitat bacteriològica, ja que els capçals giratoris no es renten automàticament.
- S'incrementa el risc de problemes derivats de les peces en moviment, per tant s'augmenten notablement els costos de manteniment.

Per contra, els mètodes a **baixa pressió** (fins a 3 kg/cm<sup>2</sup>) es basen en la perfecta combinació de l'efecte mecànic aconseguit per un flux constant de solució detergent incidint sobre tota la superfície a netejar i a l'acció química actuant continuadament sobre la brutícia.

Degut a les seves múltiples avantatges, escollim la utilització de boles de neteja a baixa pressió.





**Imatge 5: dues boles de neteja a baixa pressió**

**Font: Diversey España S.L.**



Com hem vist aquestes es basen en l'aplicació d'un cabal constant de solució durant un cert temps per tota la superfície del recipient a netejar. Així doncs els càlculs pel disseny d'aquestes boles estan orientats a la correcta ubicació d'aquestes dins del recipient i a garantir un cabal suficient perquè es generi una capa constant de solució detergent en les parets de l'element.

Si féssim com en el cas de canonades, el càlcul del número de Reynolds, i tenint en compte les característiques de la solució de neteja a una temperatura de 70º, veuríem que per realitzar una correcta neteja d'una paret d'un recipient necessitem uns valors de cabal semblants als següents:

- 20 l/min per metre lineal de perímetre, en recipients poc bruts
- 25 l/min per metre lineal de perímetre, en recipients mitjanament bruts
- 30 l/min per metre lineal de perímetre, en recipients bruts

A més caldrà considerar els següents factors:

- Forma del dipòsit o recipient
- Dimensions d'aquest
- Posició i dimensions de: boques d'home, tubs d'aireació, tubs de presa de mostres, sondes de temperatura, etc.
- Posició i dimensió de: pantalles contracorrents, serpentins, mescladors, agitadors i qualsevol element de l'interior de l'element.
- Diàmetre de la canonada de sortida del dipòsit

Un cop tinguem aquestes dades i coneixent el cabal necessari per metre lineal de perímetre, podrem escollir les boles de neteja a baixa pressió més adequades. Hem de tenir en compte que les boles escollides hauran de subministrar el cabal requerit per la dimensió del dipòsit i hauran de cobrir tota la superfície del dipòsit. Aquests fets sovint impliquen la instal·lació de més d'una bola.

Considerarem sempre, pel càlcul de boles, que el dipòsit es troba realment brut, per tant aplicarem un valor de cabal constant, segons el que hem exposat abans de 30 l/min. Amb aquest factor, coneixent les dimensions i característiques del recipient i aplicant-ho en la següent fórmula, podem saber el cabal necessari per la neteja d'un dipòsit.

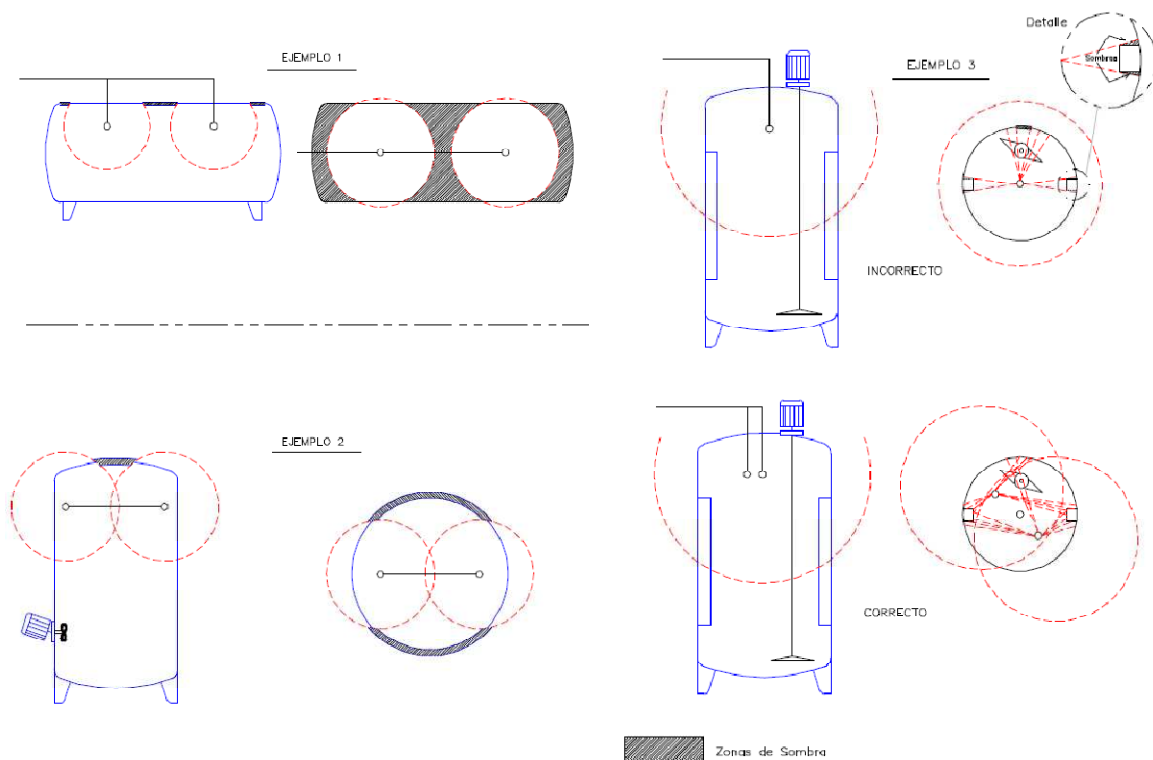
$$2 \Xi r \times 30 \text{ litres/minut} = \text{cabal}$$

$$\Xi = 3,14$$

$r$  = radi del dipòsit expressat en metres.

Si fos necessari, degut a la geometria del dipòsit, que s'instal·lessin boles amb un abast de 360° caldria multiplicar a aquest valor de cabal el factor **1,3**.

La geometria del recipient, no només ens determinarà la projecció de les boles (180° o 360°) sinó el que és més important, la ubicació correcta de la bola i si és necessari de dues o més boles de neteja. En la següent imatge se'ns mostren casos de boles mal dimensionades.



**Imatge 6: disposició geomètrica de les boles de neteja en dipòsits**  
Font: Diversey España S.L.

Com veiem en l'exemple 1 de la imatge 6, les boles dissenyades no tenien prou diàmetre per crear una capa constant a les parets del dipòsit en qüestió. És el mateix cas que en l'exemple 2, les dues boles no abasteixen tot el diàmetre del dipòsit, deixant aquestes zones sense netejar. L'exemple 3 és una mica més complexa, en aquest cas la única bola dimensionada abasteix correctament tot el diàmetre del dipòsit. Tot i així amb una sola bola no podem fer la neteja, ja que en constar aquest d'un agitador i d'unes pantalles contracorrent, aquests generen punts d'ombra on no arriba la solució detergent. És per això que en aquest cas ens veiem obligats a instal·lar una segona bola en un punt estratègic del dipòsit per garantir que arribi cabal a tots els punts del recipient.

Com hem vist, per aconseguir un bon efecte mecànic, hem d'aconseguir un cabal i una pressió determinades en funció de l'element que hem de netejar. Per tal que una bomba pugui fer la neteja de diferents elements amb diferents cabals i pressions podem instal·lar un variador de freqüència per tal de fer-la anar més ràpid o més a poc a poc en funció de quin tipus de maquinària estiguem netejant.

## Detergent:

Si tornem a l'exemple inicial de rentar un plat, en aquest apartat de treball parlarem de com fiquem la gota de rentavaixelles en el fregall. Si recordem el punt anterior, la funció del fregall era feta per la força de fricció entre la brutícia i l'aigua. Doncs bé ara a aquesta força cal afegir-hi l'efecte químic generat pel detergent.

Com en qualsevol altre procés de neteja, l'elecció del detergent i del desinfectant depèn de tres factors:

- El tipus de brutícia a eliminar (directament relacionada amb l'aliment que ha estat en contacte amb la superfície a netejar)
- Material de l'element (la normativa n'exigeix uns en concret)
- Característiques de l'aigua utilitzada (els detergents varien la seva actuació en funció de l'aigua on estan dissolts)

Començarem doncs analitzant quin tipus de brutícia ens podem trobar, en el cas que ens ocupa, una indústria làctia. La llet està composta per:

**Taula 6: Composició química de la llet**

Component	% contingut en
Aigua	87
Greixos	3,4-6,1
Lactosa	4,5-5
Proteïna	2,8 – 3,7
Sals minerals	0,7 – 0,8
Calci	0,08 – 0,53

Font: Design & use of CIP systems in the dairy industry

Coneixent aquesta composició, cal fixar-nos en quins components són els que poden generar dificultats a la hora de netejar. Hem de tenir en compte com varien aquestes dificultats en zones on s'han fet processos a alta temperatura, i en zones on s'han fet a baixa temperatura. Veiem el següent:

**Taula 7: dificultat de neteja segons components**

Component a netejar	Solubilitat	Sense tractament tèrmic	Amb tractament tèrmic
<b>Lactosa</b>	Bona en aigua	Bona	Caramel·lització: més difícil de netejar
<b>Greixos</b>	Insoluble en aigua, bona en alcalins i àcids amb tensioactius	Bona amb solucions amb tensioactius	Polimerització: més difícil de netejar
<b>Proteïna</b>	Insoluble en aigua, mitjanament en àcid, bona en alcalins	Millor amb solucions alcalines	Desnaturalitzacions: alta dificultat de neteja
<b>Sals minerals</b>	Depèn de les sals bona o dolenta en aigua. Bona en solucions àcides	Raonablement bona	Precipitacions: alta dificultat de neteja

**Font:** Design & use of CIP systems in the dairy industry

Com veurem quan parlem del procés productiu, hi ha elements que seran de més difícil neteja que d'altres. Sobretot ho seran aquells encarregats de processos tèrmics a altes temperatures. No obstant aquesta taula ens permet veure quins productes haurem d'utilitzar per fer la neteja. Com veiem es tracta de tres productes principals: aigua, alcalins (sovint Sosa Càustica) i àcids. Tot i que no apareixen en aquesta taula, la indústria làctia fa ús diàriament de desinfectants, degut a l'alta activitat microbiològica de la llet sobretot abans de ser tractada tèrmicament.

La seqüència de neteja amb aquests tres productes ha de ser estricta i normalment està formada per les següents solucions en aquest ordre:

1. Arrossegaments amb aigua: es procura aprofitar tots els sobrants que hagin pogut quedar en la canonada
2. Esbandit inicial: es recomana fer-lo tant bon punt s'acaba la producció, evitant així incrustacions de producte. És de gran utilitat, ja que la neteja en remull és més eficient, i a més, només amb l'esbandit podem eliminar fins a un 90% dels residus.

3. Detergent: s'aplica en aquesta etapa un producte alcalí, normalment sosa càustica. S'afegeixen a la sosa agents humectants per reduir-ne la seva tensió superficial i millorar-ne així l'efectivitat. Es recomana que aquesta porti algun additiu que eviti la floculació dels agents en suspensió, sovint emulsionants o dispersants. També és en aquesta fase quan es pot aplicar una solució àcida, tot i que no es fa en elements productius on no hi ha hagut tractament tèrmic a altes temperatures. En aquests casos es fa neteja àcida un cop a la setmana o fins hi tot menys. Amb un esbandit pel entremig es pot fer una neteja amb sosa i una neteja amb àcid.
4. Finalment hem de realitzar un esbandit amb aigua potable.
5. En indústries làctiques amb baixa producció s'aplica desinfectant a primera hora del matí, abans que arribin les primeres llets del dia. No obstant en plantes amb producció continuada la desinfecció es fa com un pas més de la neteja, el que correspondria al cinquè pas.

Pel que fa a la concentració del producte depèn del producte utilitzat i del proveïdor d'aquest, cal recordar que més concentració no implica sempre una més bona neteja, ja que es poden produir espumes o precipitacions que poden dificultar el bon funcionament dels elements que conformen el sistema CIP. Les solucions de neteja es preparen de forma en els dipòsits de producte i sempre a la mateixa concentració. Els productes alcalins i àcids es dissolen en aigua de xarxa i se'ls hi eleva la temperatura en els mateixos dipòsits, ja que en millora el rendiment com veurem més endavant.

Els materials de construcció dels elements a netejar són molt importants, ja que alguns productes químics són molt corrosius. Cal evitar, en la mesura que sigui possible, aplicar productes amb un alt grau de corrosió. En indústria alimentària la majoria de les canonades i equips productius estan fets en acer inoxidable INOX 304 o bé 316. Per tant el producte escollit no podrà ser incompatible amb aquest tipus de material. Cal matisar que existeix una normativa específica de materials permesos en indústria alimentària que hem de tenir sempre en compte.

L'aigua és el dissolvent de tots els productes químics que utilitzem en neteja. Com sabem la molècula d'aigua és la mateixa a tot el món, no obstant l'aigua mai és pura, sempre va acompanyada d'altres substàncies en suspensió o dissoltes que depenen directament de la situació geogràfica d'on traiem l'aigua. Aquestes substàncies poden fer variar l'efectivitat d'alguns detergents, fins hi tot en alguns casos pot arribar a anul·lar-la. És per això que prèviament a implantar cap tipus de producte cal saber en quin tipus d'aigua el dissoldrem.

Un bon detergent, s'entén adequat per realitzar la neteja, ha de conjugar amb aquests factors que hem anomenat, però a més ha de reunir, tant com es pugui, les característiques següents:

- Ràpida i completa solubilitat en aigua, els líquids són els més adequats
- Ràpida dissolució dels principals components de la brutícia
- Eficàcia a la temperatura d'ús
- Bona humectació i ràpida penetració dins les capes de la brutícia
- Lliure d'espumes i amb capacitat antiespumant
- Bon esbandit per optimitzar al màxim el consum d'aigua
- Biodegradable, per reduir l'impacte en els efluent
- No tòxic i estable
- Fàcilment mesurable de forma automàtica

Finalment, hem de tenir un últim factor en compte que no sempre es té present. Cada cop més s'estan detectant components dels aliments que són al·lèrgens. Sovint les indústries produeixen aliments amb al·lèrgens i a la línia productiva del costat produeixen el mateix aliment sense al·lèrgen. Un bon exemple pel cas que ens ocupa seria la llet sense lactosa. Hem de tenir present que els detergents utilitzats per realitzar la neteja de línies productives amb lactosa no podran ser reutilitzats per netejar línies productives on no hi hagi lactosa, ja que s'hi podrien produir contaminacions. Com veurem, per la neteja de les zones asèptiques de la planta, s'utilitzaran detergents de forma exclusiva per tal d'evitar contaminacions procedents de detergents utilitzats en zones no asèptiques.

### **Temps d'actuació:**

El temps d'actuació representa l'estona que cal que s'estigui produint l'efecte mecànic i l'efecte químic del detergent en una canonada, equip o recipient. La determinació d'aquest està directament relacionada amb el producte processat i l'element que cal netejar.

Recordant que estem parlant d'una indústria làctica, i que ja hem analitzat anteriorment quins són els tipus de residus que ens hi podem trobar, ara només cal fixar-nos en quins elements són els que ens poden portar més problemes a la hora de netejar-los.

Com ja s'ha comentat prèviament, amb la calor es produeixen canvis químics en les substàncies constitutives de la llet, produint-se d'aquesta manera productes molt més complicats de netejar. De la mateixa manera, una indústria làctica no només fa circular llet crua o tractada per les seves instal·lacions, sinó que també la transforma, o la combina amb d'altres productes que en alguns casos poden dificultar i en alguns facilitar la neteja dels equips productius. Evidentment aquest fet ens modificarà els temps d'actuació.

Per exemple, en desnatar la llet (procés que s'efectua en la majoria d'indústries làctiques de llet) separem per una banda la matèria grassa (formada pels lòbuls greixosos) i per l'altra ens queden la resta de constituents de la llet, bàsicament aigua amb glúcids (lactosa), substàncies nitrogenades (proteïnes) i algunes substàncies minerals.

Com hem vist abans, els greixos, si no han estat tractats tèrmicament, són insolubles en aigua i es barregen bé amb solucions alcalines i àcides dotades de tensioactius. No obstant una de les etapes del procés productiu de la nata és la pasteurització, tractament tèrmic de 20 segons a 85°C, moment en què es produiran polimeritzacions d'aquests lòbuls greixosos, que si recordem són més complicats de netejar. S'estipula, generalment, que un intercanviador de calor necessita un mínim de 20 minuts amb circulació d'àcid i un mínim de 10 minuts amb circulació de solució alcalina (amb un esbandit pel mig evidentment). S'ha calculat que aquests temps són els necessaris per dissoldre el film de llet i/o nata de les parets de les plaques d'un intercanviador.

### Temperatura:

Avui en dia ja no es renten gaires plats a mà, però encara és "box populi" que amb aigua calenta la brutícia surt més fàcilment.

Aquest fet es deu a què a diferents temperatures, els productes i substàncies modifiquen les seves propietats. L'aigua mateix a diferents temperatures té diferents viscositats i diferents densitats. Aquestes diferències es fan molt més evidents per exemple amb els greixos.

Els canvis en les propietats químiques de les substàncies que conformen la brutícia, provoca que en la majoria dels casos, l'augment de temperatura, la neteja sigui més fàcil.

La temperatura elevada no només va bé a la brutícia, sinó que també beneficia a alguns detergents, que milloren notablement les seves qualitat de neteja. És el cas per exemple dels productes alcalins, que a temperatures entre 65 – 85°C milloren molt la seva efectivitat.

La següent taula, que es coneix amb el nom de Taula d'Arnold, resumeix de forma molt explícita la relació entre temps d'actuació, concentració i temperatura:

Taula 8: taula d'Arnold

TEMPERATURA	40 ° C	50 ° C	55 ° C	60 ° C	70 ° C
TEMPS DE TRACTAMENT (minuts)	CONCENTRACIÓ EN % DE CAUSTICITAT				
1	11,8	7,9	5,3	3,5	1,6
3	6,4	4,3	2,9	1,9	0,9
5	4,8	3,2	2,15	1,4	0,6
7	4	2,7	1,8	1,2	0,5
9	3,5	2,3	1,6	1	0,5
11	3,1	2,1	1,4	0,9	0,4
13	2,1	1,9	1,3	0,8	0,4
15	1,6	1,7	1,2	0,8	0,3

Font: Diversey Espanya S.L.



Així doncs a una temperatura de  $40^{\circ}\text{C}$  i un temps de contacte de 7 minuts es requereix una causticitat del 4 %, mentre que a una temperatura de  $60^{\circ}\text{C}$  i un temps de contacte de 15 minuts es requereix una causticitat del 0,8 %. A partir d'aquesta taula podem ajustar les neteges de manera que les fem més eficaces amb menys temps i menys despesa energètica.

Coneixent aquests conceptes bàsics, ja ens podem començar a centrar en l'elaboració d'un sistema CIP adequat per fer la neteja dels equips de la indústria làctica de referència.

## Determinació del procés productiu

En aquesta part del treball analitzarem la situació actual de la indústria làctica en la que hem d'implantar un sistema de neteja CIP.

Aquesta planta situada a León, produeix com ja hem comentat, per una empresa de distribució, en concret treballa per Mercadona, és a dir que produeix amb marca Hacendado. La oferta de productes làctics de Mercadona, és molt variada. Dins de les capacitats de la planta, aquesta s'ha hagut d'adaptar a produir la majoria d'aquesta oferta.

Així doncs, aquesta indústria elabora els següents productes:

- Llet UHT sencera
- Llet UHT Semi-desnatada
- Llet UHT desnatada
- Llet UHT enriquida amb calci sencera
- Llet UHT enriquida amb calci Semi-desnatada
- Llet UHT enriquida amb calci desnatada
- Llet UHT enriquida en Omega 3
- Llet UHT enriquida "Calcio y crecimiento"
- Nata per altres productors (no processada)

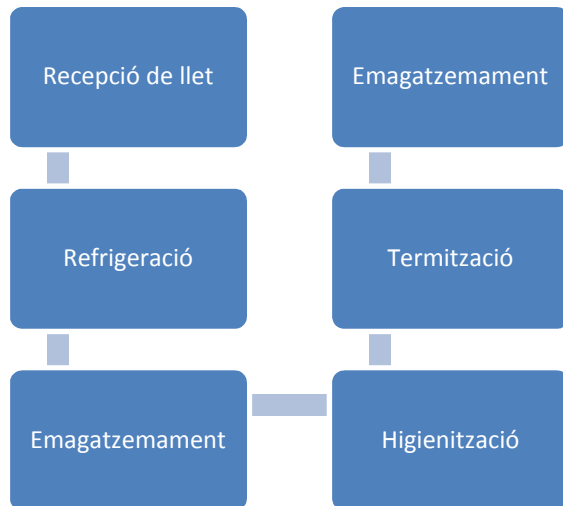
Com veiem, fins a 9 productes són elaborats en una mateixa planta. Ja ens podem imaginar que per produir aquesta varietat, seran necessaris una sèrie d'equipaments que hauran de ser netejats adequadament en funció del producte que processen.

Per determinar la producció d'aquesta planta ens caldrà conèixer:

- el diagrama de procés de cada un dels productes anomenats
- elements i maquinària necessària per cada etapa del procés
- un cop a fàbrica, farem un estudi del nombre de màquines i elements que hi trobem

## Diagrames de flux:

Tot seguit veurem les diferents etapes de fabricació dels diferents tipus de llet que es produeixen en la planta en qüestió. Hi ha una sèrie d'etapes del procés que són iguals per tots els tipus de llet, així doncs partirem d'un diagrama de flux bàsic, que és el que es presenta a continuació, i seguidament representarem la resta de diagrames.



**Figura 4: diagrama de flux bàsic**  
Font: elaboració pròpia

### **Recepció de la llet:**

la llet és transportada amb camions cisterna, des de les granges fins a la indústria. Aquesta arriba crua o bé termitzada. En qualsevol dels dos casos se segueix el mateix procediment.

### **Refrigeració:**

el temps transcorregut entre que la llet és munyida fins que la llet arriba a la planta no acostuma a ser major d'unes tres hores. Un cop a planta, abans no es pugui començar a processar potser passaran quatre o cinc hores més, és per això que en rebre-la es refreda fins a valors de 4- 5°C.

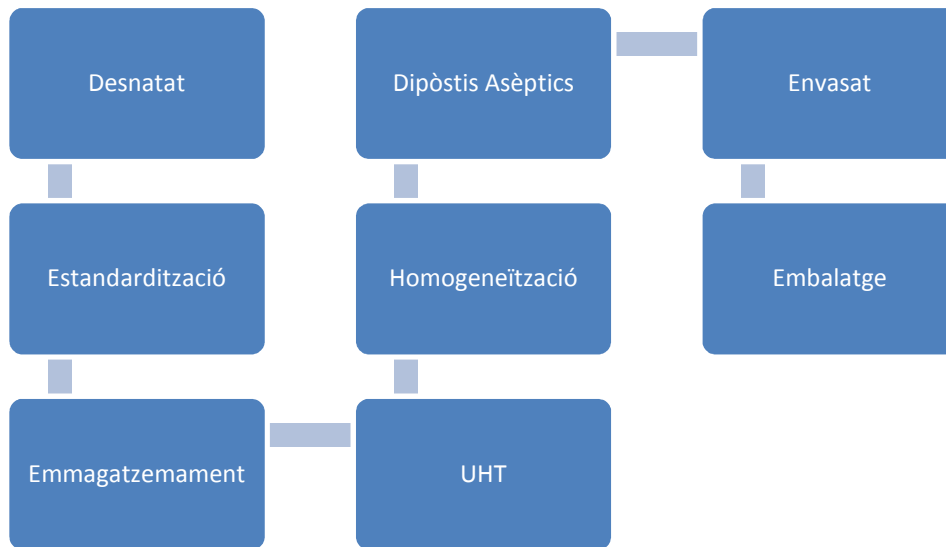
**Emmagatzemament:** la rebuda de cisternes de llet no és constant, la major part de cisternes porten la llet a mig matí. La planta no té capacitat per anar processant tota la llet a mesura que arriba a les instal·lacions, és per això que aquesta s'acumula en grans dipòsits i es van buidant a mesura que la llet es va processant.

**Higienització:** la higienització és un procés pel qual, a través d'una centrifugació, aconseguim separar algunes bactèries que són resistents als tractaments tèrmics que s'aplicaran futurament a la llet. Aquesta separació és possible degut a que la seva densitat és més alta que la de la llet.

**Termització:** la termització és un procés tèrmic a 63-65°C que dura aproximadament uns 15 segons. Aquest procés s'utilitza per inhibir temporalment l'activitat bacteriològica permetent a les indústries tenir la llet emmagatzemada durant unes hores fins que aquesta pot ser processada. Normalment es realitza a través d'un intercanviador de plaques.

**Emmagatzemament:** un cop hem fet aquest processat bàsic de recepció, la llet torna a ser emmagatzemada per començar-la a distribuir a les diferents parts de la fàbrica per produir un tipus o un altre de producte. A partir d'aquest pas començaran tots els altres processos d'elaboració.

## Llet sencera, semi - desnatada i desnatada:



**Figura 5: diagrama flux elaboració llet sencera, semi i desnatada**  
Font: elaboració pròpia

El diagrama de flux d'aquests tres productes és exactament igual. Com veurem tot seguit, les diferències es troben en el moment de fer l'estandardització.

**Desnatat:** el desnatat és un procés pel qual traiem de la llet tot el greix que incorpora . El greix a la llet està format pels glòbuls greixosos, que són acumulacions de lípids. Aquests en ser menys densos que l'aigua de la llet, es poden separar fàcilment fent una centrifugació. Del desnatat en surten dos productes, per una banda els glòbuls greixosos o nata i per altra banda la resta de components de la llet (aigua, substàncies solubles i proteïnes), el que anomenarem llet magra. L'extracció de la matèria grassa és més fàcil a temperatures altes, però mai per sobre de 50°C, és per això que les desnatadores sovint incorporen un intercanviador de plaques.

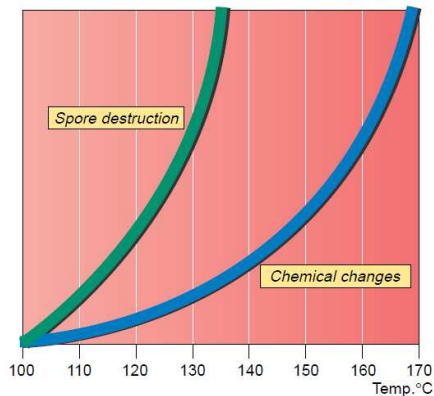
**Estandardització:** en el procés anterior hem extret tota la nata de la llet, seguidament el que caldrà fer és tornar a afegir la proporció de greix que ens interessa en funció del tipus de llet que vulguem elaborar. Així doncs la llet sencera acostuma a tenir entre un 30-40% de matèria grassa, la semi desnatada acostuma a tenir entre un 10-15% i la desnatada al voltant d'un 3%.

**Emmagatzemament:** prèviament a seguir amb el procés establert, la llet ja estandarditzada, es torna a emmagatzemar. Aquest es fa per permetre la coordinació entre l'anterior etapa i la següent, com també per poder distribuir la llet entre diferents processos productius, ja que aquesta llet també es pot utilitzar per elaboració de batuts o bé de suc de fruita amb llet, productes que no tractarem en aquest treball.

**UHT:** a partir d'aquest moment entrem dins la part asèptica del procés. Tots els processos que tenen lloc a partir d'aquí, els podríem tractar com un mateix bloc, ja que tots estan directament relacionats entre ells. No obstant són passos diferents i cal explicar-los per separat.

**UHT (Ultra High Temperature)** , com indica el seu nom és un tractament tèrmic a altes temperatures que fa augmentar notablement la vida útil de la llet. Això es deu a que a la temperatura de tractament, es destrueixen completament les espores que ens podrien causar problemes microbiològics sense que es produeixin grans canvis de composició química en la llet.

Es tracta d'augmentar la temperatura de la llet fins a valors de fins a 135-140°C durant 2-3



**Figura 6: destrucció d'espores respecte canvis químics en la llet**  
Font: Dairy processing Handbook

segons. Prèviament a aquest cop de calor, s'ha augmentat la temperatura fins a uns 95°C a través d'un intercanviador. Aquest procés es pot fer de diferents maneres, però ens fixarem en com ho fan en la indústria en qüestió. En aquest cas es fa a través d'injecció de vapor. Aquest sistema consisteix en injectar a la llet una certa quantitat de vapor d'aigua a altíssimes temperatures. Abans de la injecció hem de pujar la pressió del fluid fins uns 4 bar., d'aquesta manera evitem que la llet ens entri en ebullició, i que per tant després puguem extreure el vapor incorporat amb facilitat.

D'aquesta manera s'aconsegueix un tractament tèrmic de molt poca durada i amb un gran xoc de temperatura. Immediatament després de la injecció de vapor és necessari tenir un dipòsit al buit que actuï com a refrigerador y com a cambra d'expansió, on el vapor d'aigua sortirà per una banda i per l'altra sortirà la llet ja tractada. La quantitat de buit és funció de la quantitat de vapor que s'ha injectat a la llet, d'aquesta manera garantim l'extracció de tot el vapor afegit.

**Homogeneïtzació asèptica:** es tracta d'un tractament que té per finalitat disminuir el volum dels glòbuls grassos de la llet, per aconseguir que la llet sigui més homogènia. Si no fèssim aquest procés, degut a la densitat del glòbul gras, en la llet no homogeneïtzada, el greix s'acumularia a la superfície dels recipients, generant el que anomenem nata. Com veurem més endavant, això s'aconsegueix generant un diferencial de pressió que provoca l'atomització de la llet i la fragmentació dels glòbuls grassos. Com que anteriorment ja hem tractat la llet tèrmicament, i es considera que aquesta està esterilitzada, és necessari que els homogeneïtzadors siguin asèptics.

**Dipòsit asèptic:** les omplidores de recipients van a un ritme diferent de la resta del procés, és per això que cal disposar de dipòsits on poder emmagatzemar la llet per donar temps a les omplidores. Evidentment aquests dipòsits hauran de ser asèptics, ja que com hem comentat, la llet a aquestes alçades ja està esterilitzada i hem d'evitar recontaminacions.

**Envasat asèptic:** un cop ja tenim el producte elaborat, només ens queda envasar-lo. En aquest cas, com en equips anteriors, les omplidores encarregades de l'envasat cal que siguin asèptiques. No només les omplidores, sinó l'envàs també. Com veurem més endavant hi ha omplidores que ja incorporen aquests requisits.

**Embalatge:** l'embalatge consisteix en fer grups d'envasos que permetin un fàcil transport dels mateixos. Ara ja, no cal treballar en condicions asèptiques.

### Llet enriqueida amb calci sencera, semi – desnatada o desnatada, enriqueida en Omega 3 i "Calcio y Crecimiento" :

El diagrama de flux que s'exposa a continuació és igual a l'anterior en molts aspectes. És per això que tots els processos que ja s'hagin tractat no es repetiran per no fer pesat i repetitiu aquest treball. Només explicarem doncs els processos nous, és per això que el primer que s'exposa és el procés d'adició d'additius. Com en el cas anterior, la diferència entre llet sencera, semi o desnatada es dona en el mateix punt, l'estandardització.

La diferència entre enriqueida en calci, enriqueida en Omega 3 o "Calcio y Crecimiento" és funció dels additius que s'incorporin a la llet. Volem dir amb això que el procés de producció és el mateix i per això l'hem englobat en un mateix apartat. En els tres casos són additius molt semblants, i que per tant no ens aportaran una major dificultat a la hora de realitzar la neteja.



**Figura 7: diagrama flux llet enriqueida amb calci i vitamines**  
**Font: elaboració pròpia**

**Adició d'additius:** en el cas del calci en les indústries modernes, aquest enriquiment es realitza mitjançant membranes d'ultrafiltració, a partir de les quals s'obté calci làctic que després és afegit a la llet. En el cas que ens afecta, s'addiciona calci en pols en unes mescladores anomenades Liquiverters, on es produeix llet amb altes concentracions de calci. Posteriorment aquesta es barreja amb la llet magre i es fa una estandardització en uns dipòsits de mescla, que serveixen per fer barreges entre líquids. De la mateixa manera que el calci, s'addicionen la resta de components, vitamines, els àcids grassos Omega 3 i d'altres complements que es consideren beneficiosos pel creixement infantil o per tenir una millor salut.

### Nata per processar en altres empreses

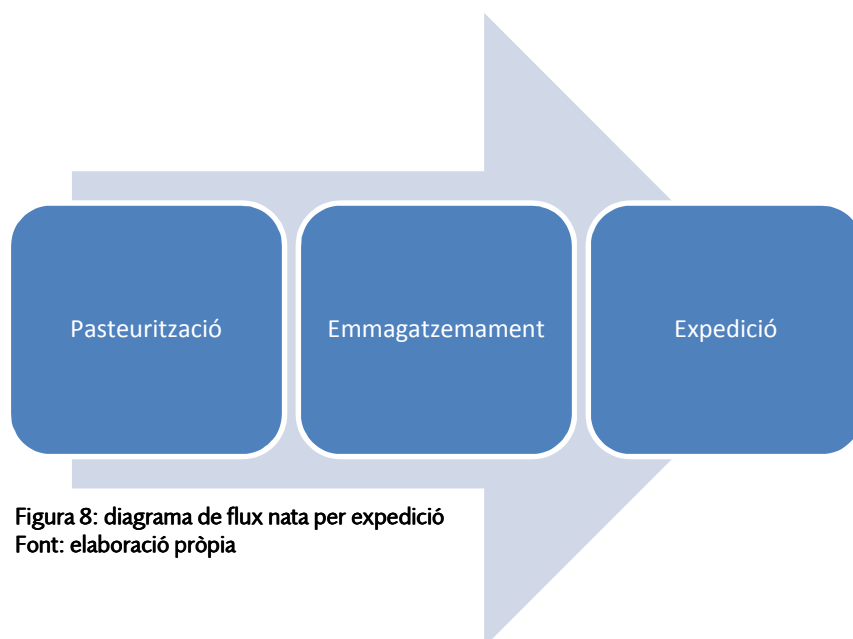


Figura 8: diagrama de flux nata per expedició  
Font: elaboració pròpia

**Pasteurització:** la pasteurització és un tractament tèrmic en el qual sotmetem el producte a temperatures de més de 80°C durant 1-5 segons. Cal especificar que aquests temps i temperatures són específics per nata, la llet es pasteuritza a menys temperatura durant més temps. La pasteurització garanteix l'eliminació de tots els microorganismes patògens. Cal especificar que estem processant nata, i que per tant a la hora de realitzar la neteja haurem de tenir en compte les característiques dels greixos.

**Emmagatzemament:** les cisternes que carreguen nata a la planta, no hi van cada dia, sovint cada dos dies. És per això que és necessari emmagatzemar la nata en condicions durant aquests dies.

**Expedició:** consisteix en enviar la nata des dels dipòsits de nata fins als camions cisterna que se l'enduran a les corresponents empreses transformadores. Per realitzar l'enviament, els dipòsits on s'emmagatzema la nata disposen d'una bomba per impulsar la nata fins les cisternes de transport de la nata.

---

## Maquinària de producció

---

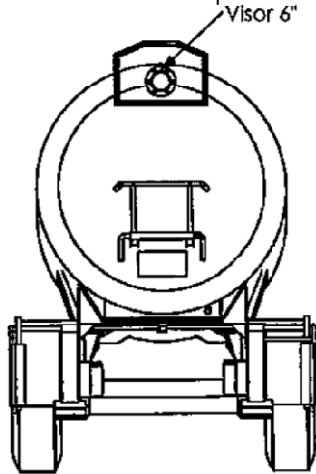
Com hem vist, en aquesta indústria làctica s'elaboren una sèrie de productes amb una metodologia concreta. Doncs bé, ara hem de conèixer quins elements i maquinària ens permeten fer tots aquests processos de forma automàtica. Ens fixarem en aquest apartat en el tipus de producte que circula per aquests elements, i els classificarem segons si es comporten com a canonades o com a recipients, basant-nos en l'explicació donada anteriorment de l'efecte mecànic en la pàgina 12 d'aquest treball. Cal tenir present que ens fixarem en aquells elements relacionats amb el procés que seran netejats amb el sistema CIP, tot i que creiem oportú anomenar els que no són netejats amb aquest sistema. Començarem doncs enumerant la maquinària en qüestió:

1. Cisternes de transport
2. Refrigeradors
3. Dipòsits emmagatzemament primari (Silos)
4. Higienitzadores
5. Dipòsit pulmó + Termitzador
6. Desnatadores + intercanviador de plaques
7. Dipòsits entremitjos
8. Pasteuritzador nata + Dipòsits nata
9. Dipòsit pre-mescla + mescladora (Liquiverters) + dipòsit de mescla
10. Sistema UHT (intercanviador tubular + homogeneïtzador + dipòsit asèptic)
11. Omplidores



## Cisternes de transport

Les cisternes de transport són dipòsits horitzontals d'acer inoxidable situats sobre un xassís dotat de rodes que permeten el seu transport. Com veiem en la imatge horitzontal, les cisternes estan compartimentades, sovint en tres o quatre parts. Cada una de les particions es pot

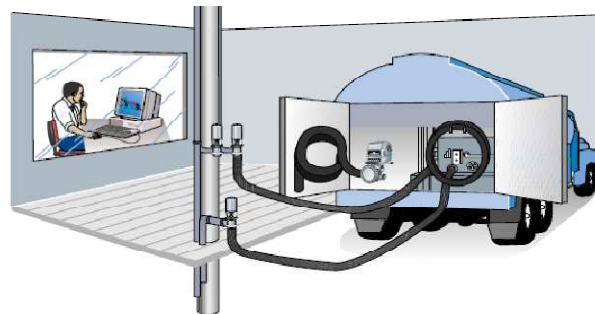


Imatge 7: Cisterna de llet

Font: Diversey España, S.L.

considerar com un recipient. L'interior d'una cisterna de transport de llet és llis i no té cap tipus d'element interior que en dificulti la neteja. És més, els fabricants de cisternes ja incorporen els elements de neteja necessaris per realitzar aquestes tasques.

En aquest cas la cisterna està dotada de 5 boles de neteja, una per cada compartiment i una petita davant de tot a la zona del visor. Les cisternes transporten llet crua, per tant amb un (aproximadament) 40% en matèria grassa. Serà necessari un tractament amb producte càustic que ens eliminarà la major massa de brutícia i com a mínim un cop a la setmana un tractament d'àcid que ens eliminarà les incrustacions de productes inorgànics generats per la duresa de l'aigua o pel calci de la llet.



Imatge 8: Cisterna de llet descarregant a planta

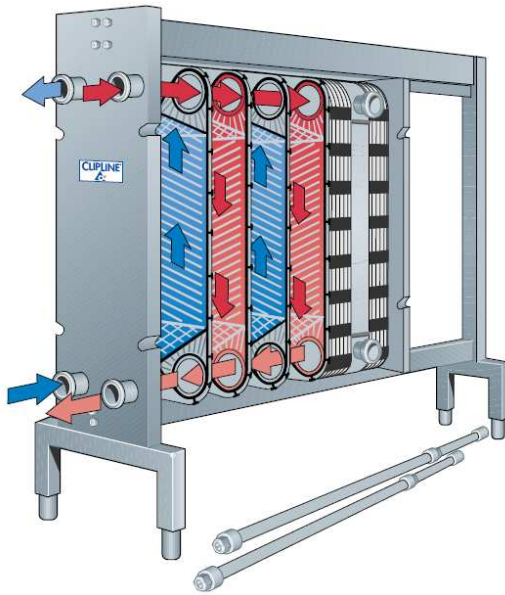
Font: Dairy processing Handbook

Els temps de neteja podrien ser els següents:

- 5 min. Esbandit inicial
- 10 min. Tractament amb producte càustic
- 8 min. Esbandit final (no ens poden quedar restes de sosa).
- En cas que féssim tractament amb àcid, l'aplicaríem també durant 10 min.
- 8 min. Esbandit després de l'àcid

## Refrigeradors

Els refrigeradors són els intercanviadors de calor pels quals passa la llet, i es refreda,



immediatament després de ser descarregada a la planta. S'estructuren en forma de plaques de la manera que es mostra en la següent imatge. Estan formats per múltiples plaques aïllades entre sí per juntes de goma que es mostren com línies de color negre en la imatge. Les plaques encaixen de tal manera que els fluids a temperatures diferents s'intercalen, una calenta, una freda. En aquest cas el fluid calent és la llet que ha de ser refrigerada. L'altre és un fluid anticongelant a molt baixes temperatures, ajustat de tal manera que la de la llet baixi fins a valors de 4-5°C.

Els intercanviadors acostumen a estar fets en acer inoxidable. Degut a la seva estructura interior, els considerarem com una canonada.

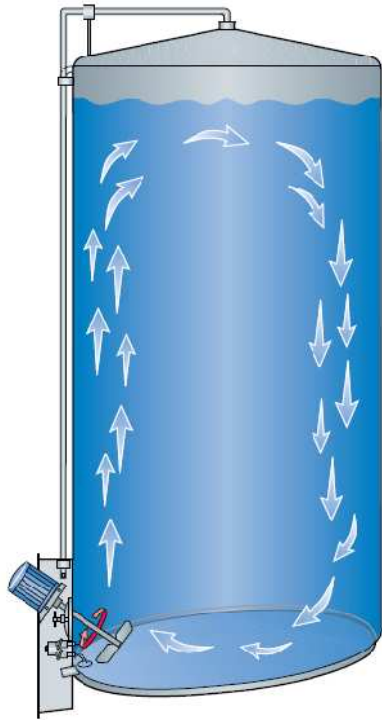
**Imatge 9: Refrigerador de llet**  
**Font: Dairy processing Handbook**

Es tracta d'un intercanviador de calor a baixes temperatures, per tant no ens hem d'esperar incrustacions degudes a la temperatura. Els tractaments àcids en aquesta línia es poden fer cada 15 dies. Tenint en compte aquest factor preveiem els següents temps de fase de neteja:

- 5 min. Esbandit inicial
- 10 min. Tractament amb producte càustic
- 8 min. Esbandit final
- En cas que féssim tractament amb àcid, l'aplicaríem també durant 10 min
- 8 min. Esbandit després de l'àcid

## Dipòsits emmagatzemament primari (Silos)

Són aquells dipòsits on s'emmagatzema la llet, un cop refrigerada, abans de començar-se a processar. Acostumen a ser dipòsits de gran capacitat, desde 30 m<sup>3</sup> fins a 200 m<sup>3</sup>. Són fets d'acer inoxidable i estan dotats d'un agitador a la part inferior que evita la separació del glòbul gras de la llet per efecte de la gravetat degut a la densitat. Normalment incorporen un nivell mecànic o una sonda de nivell que indica la quantitat de llet que emmagatzema el dipòsit. Per fer-ne el buidat han d'incorporar una bomba, normalment centrífuga, que permet fer l'enviament de la llet fins a la maquinària de procés.



**Imatge 10: dipòsit primari, representació de la circulació interna**  
Font: Dairy processing Handbook

Evidentment es consideren com un recipient a la hora de fer-ne la neteja. Per tant ja ens podem imaginar que serà necessari instal·lar-hi boles de neteja adequadament ubicades.

Emmagatzemen llet crua, amb un alt percentatge de matèria grassa, no obstant estem parlant de baixes temperatures, veniem del refrigerador, per tant són elements de poca dificultat de neteja. Degut al seu gran volum els temps de neteja es veuran augmentats. Com en els casos anteriors farem un tractament càustic cada vegada que el volguem netejar i un tractament amb àcid un cop cada setmana o fins hi tot dos cops la setmana.

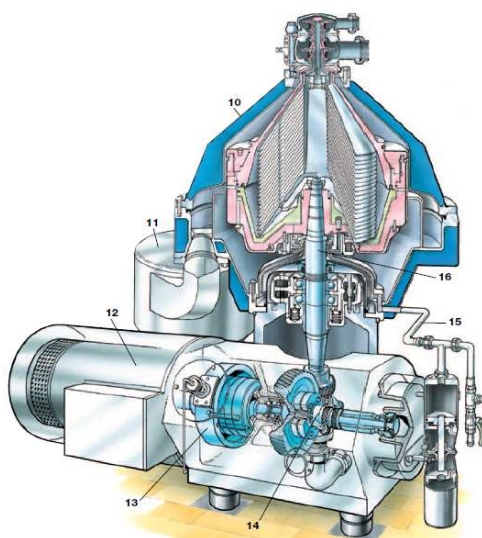
Emmagatzemen llet crua, amb un alt percentatge de matèria grassa, no obstant estem parlant de baixes temperatures, veniem del refrigerador, per tant són elements de poca dificultat de neteja. Degut al seu gran volum els temps de neteja es veuran augmentats. Com en els casos anteriors farem un tractament càustic cada vegada que el volguem netejar i un tractament amb àcid un cop cada setmana o fins hi tot dos cops la setmana.

Els temps de neteja quedaran de la següent manera:

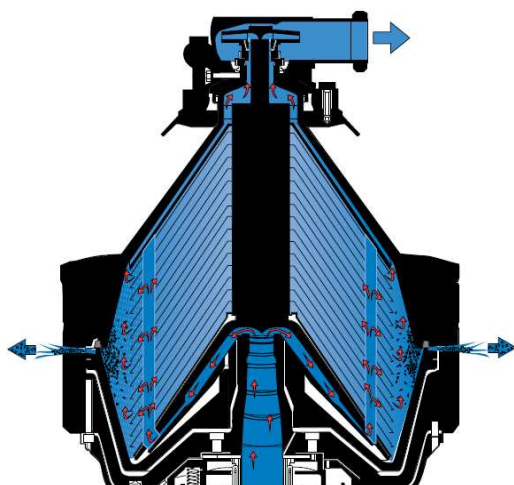
- 10 min. Esbandit inicial
- 20 min. Tractament amb producte càustic
- 15 min. Esbandit final
- En cas que féssim tractament amb àcid, l'aplicaríem també durant 15 min
- 15 min. Esbandit després de l'àcid

## Higienitzadores

Les higienitzadores són aquella màquina encarregada d'eliminar les bactèries resistents als tractaments tèrmics que s'apliquen a la llet i que degut a que la seva densitat és major que la de la llet, són fàcilment separables per centrifugació. Així doncs les higienitzadores són centrifugadores. Com es mostra en la següent imatge estan dotades d'un motor amb una sèrie



**Imatge 11: Interior higienitzadora**  
Font: Dairy processing Handbook



**Imatge 12: Detall interior higienitzadora**  
Font: Dairy processing Handbook

d'engrenatges que permeten fer girar la part superior de la màquina, formada per plats en forma de con, de tal manera que es produeixi una força centrífuga capaç de separar les mol·lècules de més densitat de les de menys densitat. Com veiem en la imatge inferior, les bactèries són projectades pel lateral de la higienitzadora. Aquestes no són expulsades a l'aire, sinó que són recollides i dirigides al drenatge de la planta. Acostumen a estar construïdes en acer inoxidable, conforme amb les normatives sobre higiene alimentària.

Les netejarem com si de una canonada es tractés, ja que la disposició dels plats interiors, i el poc espai entre ells, no ens permet pensar en un recipient.

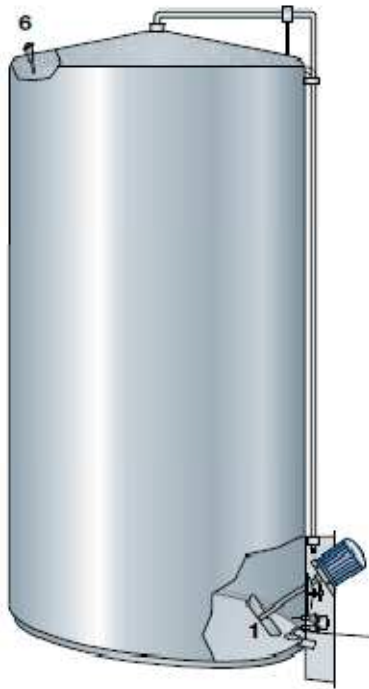
Per les higienitzadores hi circula llet crua a baixes temperatures amb alt contingut gras. Així doncs, com en els casos anteriors no ens caldrà fer tractaments de neteja molt agressius.

Tenint en compte això els temps de neteja seran els següents:

- 5 min. Esbandit inicial
- 10 min. Tractament amb producte càustic
- 8 min. Esbandit final
- En cas que féssim tractament amb àcid, l'aplicaríem també durant 10 min
- 8 min. Esbandit després de l'àcid

## Dipòsit pulmó i termitzador

Com sabem, prèviament al termitzador fem un emmagatzemament de llet higienitzada. Això és degut a que la capacitat de processar llet del termitzador és menor que la capacitat de la higienitzadora. Els dipòsits pulmó no tenen peculiaritats ni funcions de tractament de la llet, senzillament són acumuladors de llet per no saturar el següent equipament, en aquest cas el termitzador.



Tècnicament són recipients amb les mateixes característiques que els dipòsits primaris (silos) però de menys capacitat. Així doncs hem de pensar que disposaran d'un agitador, que fa la mateixa funció que en els Silos.

A la hora de fer la neteja els considerarem evidentment recipients, és a dir que hauran de disposar de boles de neteja que permetin arribar a totes les parts del dipòsit, sense generar ombres on es pugui acumular la brutícia.

Pel que fa als temps de cada tractament tèrmic considerarem iguals que per a la neteja de cisternes, ja que a nivell de dimensions i de tipus de brutícia són molt semblants.

**Imatge 13: Detall agitador dipòsit pulmó**  
**Font: Dairy processing Handbook**

Així doncs quedaran de la següent manera:

- 5 min. Esbandit inicial
- 10 min. Tractament amb producte càustic
- 8 min. Esbandit final (no ens poden quedar restes de sosa).
- En cas que féssim tractament amb àcid, l'aplicaríem també durant 10 min.
- 8 min. Esbandit després de l'àcid

Per altra banda, el termitzador, és el primer element on trobem un tractament tèrmic a altes temperatures, pensem en valors de fins a 65°C.

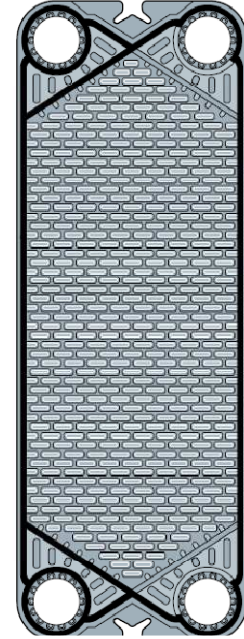
El termitzador és un intercanviador de plaques, igual que els refrigeradors. La seva funció és realitzar un tractament tèrmic a la llet anomenat termització. Es tracta d'un procés que consisteix en escalfar la llet fins a valors màxims de fins a 65°C, i mantenir-la a aquesta temperatura durant 15 segons. És un procés que no garanteix l'estabilitat microbiològica de la llet, però sí que ens permet frenar el deteriorament de qualitat que es produiria de no realitzar-lo.

L'equip és format pels mateixos materials (inox. 316) i té la mateixa estructura interna que els refrigeradors, és a dir que estan formats per plaques que faciliten l'intercanvi de calor entre els diferents fluids.

En aquest cas el que pretenem és escalfar la llet i tot seguit tornar-la a refredar, així doncs l'altre fluid ja no serà només un refrigerant, sinó que es tractarà d'aigua calenta a una temperatura concreta.

La refrigeració posterior es realitza perquè com sabem la termització no estabilitza microbiològicament la llet, sinó que n'evita el deteriorament, però sense una posterior refrigeració, l'efecte seria nul.

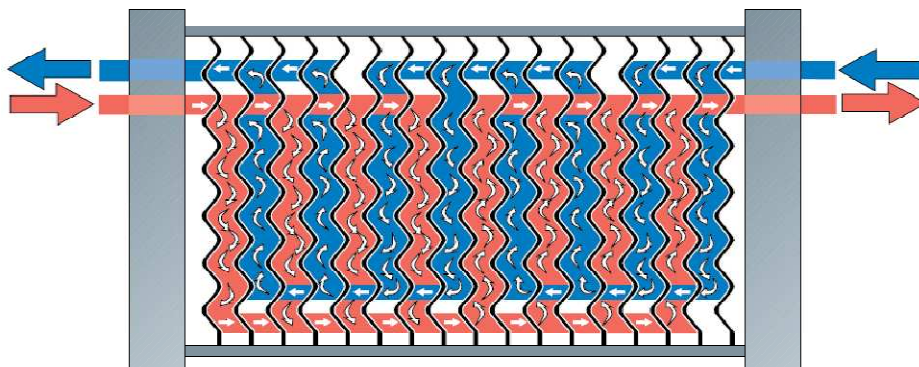
Com ja sabem, en escalfar la llet, a partir de certes temperatures, els seus components es modifiquen, generant compostos més complicats de netejar. El termitzador és el primer element que pateix aquestes transformacions, i per tant serà més complicat de netejar.



Imatge 14: Detall interior placa  
Font: Dairy processing Handbook

No obstant en el cas d'aquesta indústria, es neteja en format monoús. Dit d'altra manera, es tracta d'un sistema CIP tancat amb recirculació però sense reaprofitament dels detergents. En aquest cas tots els passos es fan de forma manual.

El client no ha volgut que aquest sistema s'automatitzi i es centralitzi en el nou sistema CIP, així doncs no es tindrà en compte a la hora de dissenyar el sistema.

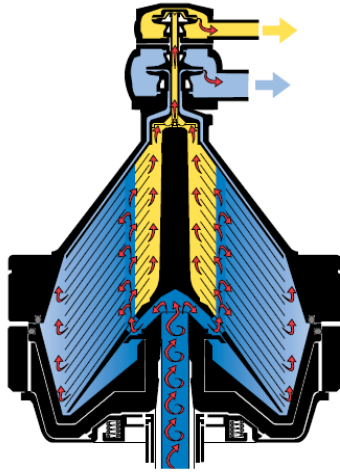


Imatge 15: Circulació fluids fred i calent dins d'un intercanviador de calor de plaques  
Font: Dairy processing Handbook



## Desnatadores i intercanviador de plaques

Les desnatadores són aquells equips, que, com diu el seu nom, s'encarreguen d'extreure la nata de la llet, és a dir que fan el procés del desnatat. Es tracta d'un equip que, estèticament, el podríem confondre amb una higienitzadora. Això és normal, ja que el concepte teòric de

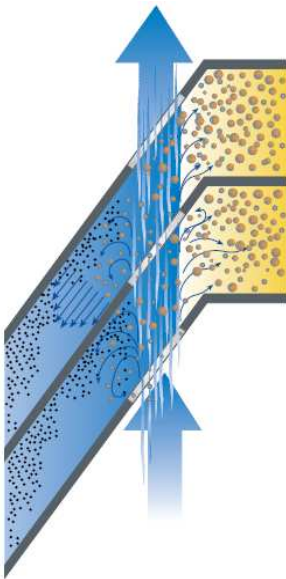


**Imatge 16: Circulació de nata i llet magra dins una desnatadora**  
Font: Dairy processing Handbook

funcionament de les dues és el mateix, la centrifugació. En el cas de la desnatadora, la llet magra en ser més densa que els glòbuls greixosos, és desplaçada cap a la part exterior de la màquina, mentre que la nata es concentra a la part central, tal i com es mostra en les imatges.

Un cop feta la separació, la nata i la llet magra surten per conductes diferents.

Si fem memòria recordarem que, abans de que tingui lloc aquest procés, la llet es pre-escalfa, ja que a altes temperatures la separació és més fàcil. Hem de pensar que aquest escalfament sovint vol dir arribar a temperatura ambient. (Hem de pensar que venim d'una refrigeració) Aquest escalfament té lloc en un intercanviador de plaques semblant al termitzador.



**Imatge 17: pas de llet per l'interior d'una desnatadora**  
Font: Dairy processing Handbook

Un cop hem separat la nata de la llet magra, la nata es pasteuritza en un intercanviador de plaques que es neteja, com el termitzador, amb un sistema monoús. La llet magra per la seva banda, passa pel mateix intercanviador de plaques on s'ha pre-escalfat, però ara es refreda. Es tracta d'un intercanviador amb dos circuits com el termitzador, un calent i un fred, però el pas d'un a l'altre no es realitza instantàniament, sinó que pel mig es passa per la desnatadora.

Igual que amb les higienitzadores, les desnatadores les considerarem com una canonada, que en aquest cas es netejaran junt amb l'intercanviador de plaques que fa el preescalfament. Com que es tracta de processos a no molt altes temperatures, la neteja serà fàcil i seguirà els passos i temps utilitzats anteriorment.

Així doncs ens quedarà de la següent manera:

- 5 min. Esbandit inicial
- 10 min. Tractament amb producte càustic
- 8 min. Esbandit final (no ens poden quedar restes de sosa.
- En cas que féssim tractament amb àcid, l'aplicaríem també durant 10 min.
- 8 min. Esbandit després de l'àcid

### Dipòsits entremitjos

Aquests dipòsits ens permeten coordinar la desnatació de la llet amb els següents passos que varien en funció del procés productiu. Aquests dipòsits són com els Silos que hem vist anteriorment, de gran capacitat, amb un agitador incorporat (recordem que la llet encara no està homogeneïtzada, i que per tant volem evitar que el greix que encara pugui contenir se'ns separi de la llet magra) i d'acer inoxidable.

Per la seva estructura, evidentment, els considerarem com un recipient, i per tant ens caldrà instal·lar-los boles de neteja correctament situades geomètricament.

Com amb els Silos, els temps per cada un dels passos de neteja seran els següents:

- 10 min. Esbandit inicial
- 20 min. Tractament amb producte càustic
- 15 min. Esbandit final
- En cas que féssim tractament amb àcid, l'aplicaríem també durant 15 min
- 15 min. Esbandit després de l'àcid



## Pasteuritzador de nata i dipòsits de nata

Ja hem vist que la nata s'extreu de la desnatadora per un circuit diferent al de la llet magra. Un cop hem estandarditzat la llet, el sobrant de nata, en el cas de la indústria que ens ocupa, s'emmagatzema i es ven a uns altres productors que la processaran. Abans no es pot omplir una cisterna sencera de nata passen alguns dies, així doncs cal fer alguna cosa per evitar que aquesta ens perdi qualitat. El que fem és una pasteurització.

Es tracta d'un tractament tèrmic que dura aproximadament 5 segons i que consisteix en elevar la temperatura de la llet fins a més de 80°C i mantenir-la-hi durant el temps que dura el tractament. Els pasteuritzadors, igual que el termitzador, després del tractament també refreden la nata fins a 5°C. Normalment són intercanviadors de plaques, tot i que també poden ser tubulars. En el cas que ens afecta es tracta d'un de plaques.

Per la seva estructura, igual que tots els intercanviadors de plaques, el classifiquem com una canonada. Són fets d'acer inoxidable normalment.

La neteja d'un pasteuritzador és una de les més complicades, degut a les modificacions que pateixen els components de la llet en el seu interior, com ja hem vist anteriorment. No obstant en la indústria de referència, la neteja del pasteuritzador de nata es realitza en monoús, i per tant no el tindrem en compte a la hora de dissenyar la nostra unitat CIP.

Sí que haurem de tenir en compte els dipòsits on s'emmagatzema la nata un cop pasteuritzada i abans que surti de la indústria.

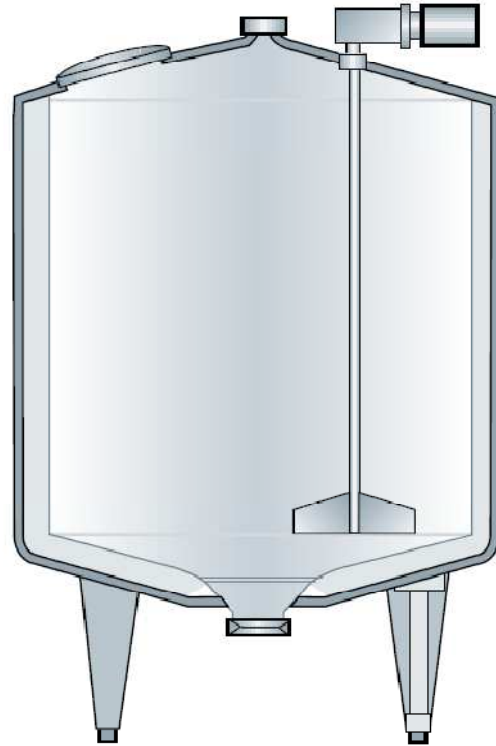
Els dipòsits de nata són uns dipòsits que, estèticament, es poden confondre amb els Silos. No obstant acostumen a tenir menys capacitat, ja que la producció de nata també és molt petita en comparació amb la circulació de llet que tenen els Silos. En general són dipòsits que no superen els 30m<sup>3</sup>, sí bé és clar, també en trobem de més grossos. Un cop tenim els volums de nata requerits per omplir una cisterna, aquesta ja pot ser expedida.

Són fabricats en acer inoxidable, i en el seu interior disposen d'un agitador que homogeneïtza la nata que s'hi va introduint poc a poc. El seu contingut és altament greixós, per tant a la hora de realitzar-ne la neteja hem de pensar en llargs tractaments amb productes càustics, que si recordem l'apartat de detergents, són els més adequats per aquesta mena de continguts. Cal tenir present que el seu volum, si bé no és tant gran com el dels Silos, també ens allargarà el temps de neteja.

En general tota la maquinària que tracta amb nata és més propensa a patir contaminacions, degut a condicions de temperatura i també a la seva pròpia composició, molt rica en nutrients . És per això que en aquests elements serà necessari el tractament amb desinfectant a cada neteja.

Tenint en compte aquests factors els temps de neteja per aquest element seran els següents:

- 10 min. Esbandit inicial
- 30 min. Tractament amb producte càustic
- 15 min. Esbandit post-càustic
- En cas que féssim tractament amb àcid, l'aplicaríem també durant 15 min
- 15 min. Esbandit després de l'àcid
- 20 min. Tractament amb desinfectant
- 15 min. Esbandit final



**Imatge 18: dipòsit de nata amb agitador**  
**Font: Dairy processing Handbook**

## Dipòsit pre-mescla + mescladora + dipòsit de mescla

Aquests tres elements es poden considerar com un paquet, ja que tots tres funcionen exclusivament per un tipus de producte en concret i un no pot funcionar sense els altres. Començarem doncs pel primer, el dipòsit pre-mescla.

Es tracta d'un dipòsit que té per funció garantir l'estoc de llet estandarditzada a la mescladora i als dipòsits de mescla. Així doncs, es tracta d'un dipòsit d'emmagatzemament dotat d'un agitador que eviti la separació dels glòbuls grassos de la llet. Es tracta de dipòsits de fins a 30m<sup>3</sup> de capacitat, fets d'acer inoxidable, i que la neteja dels quals no serà complicada, degut al tipus de producte que emmagatzemen. Utilitzarem per la ocasió un detergent càustic i un àcid un cop per setmana o fins hi tot cada 15 dies.

Els temps de les diferents fases de neteja seran els següents:

- 10 min. Esbandit inicial
- 20 min. Tractament amb producte càustic
- 15 min. Esbandit final
- En cas que féssim tractament amb àcid, l'aplicaríem també durant 15 min
- 15 min. Esbandit després de l'àcid

La mescladora, també anomenada "Liquiverter", és un recipient dotat d'un motor amb una hèlix que en girar genera un vòrtex que produeix la mescla. Incorpora una obertura a la part superior que ens permet introduir-hi els ingredients sòlids necessaris per fer la mescla que desitgem. És en aquests recipients on s'afegeixen el calci i les vitamines per les llets enriquides en aquests components. Incorporen normalment un intercanviador de calor de plaques, que permet escalfar la llet per facilitar la barreja. A la sortida del Liquiverter, aquest mateix intercanviador refreda la llet de nou. Aquests equips no són capaços de produir de forma continuada, ja que la dosificació de components es realitza de forma manual. El producte preparat en la mescladora és un concentrat del producte final. Aquest concentrat conté, ja dissolts, tots els components desitjats. Un cop tenim correctament preparat el concentrat ja el podem enviar als dipòsits de mescla.



**Imatge 19: mescladora (Liquiverter)**  
**Font: APV**

És en els dipòsits de mescla on es produirà realment la mescla entre la llet, ja sigui sencera, semidesnatada o bé desnatada, i els components que li volem incorporar. A aquests dipòsits també se'ls anomena sovint dipòsits d'estandardització, ja que el que s'hi fa és precisament això, aconseguir les proporcions correctes entre llet verge (ja sigui sencera, semi o desnatada) i llet amb alta concentració d'elements dissolts com ara calci, vitamines, etc.

Es tracta d'uns dipòsits d'acer inoxidable de poca capacitat, normalment no són més grans de 10 m<sup>3</sup>, que incorporen un agitador que els permet fer l'estandardització de la que ja hem parlat anteriorment. En ells s'introdueix completament el contingut dels Liquiverter, i s'acaben d'omplir amb llet verge. Les proporcions dels components s'han d'haver mesurat correctament en el Liquiverter, ja que en els dipòsits de mescla la proporció és sempre la mateixa: 1000 litres provinents del Liquiverter i la resta de llet verge (normalment 9000 litres, depenent de la capacitat del dipòsit).



Són dipòsits de fàcil neteja, ja que en ells no hi ha cap tipus de tractament tèrmic i no hi haurà modificacions en les característiques físico-químiques de la llet.

Per tal de realitzar una neteja adequada d'aquests dipòsits serà necessari aplicar-hi un producte alcalí a cada neteja i aplicar-hi un producte àcid com a mínim un cop a la setmana.

**Imatge 20: dipòsit de mescla o d'estandardització**  
**Font: Dairy processing Handbook**

Tenint en compte tot el que hem exposat els temps de neteja quedarien de la següent manera:

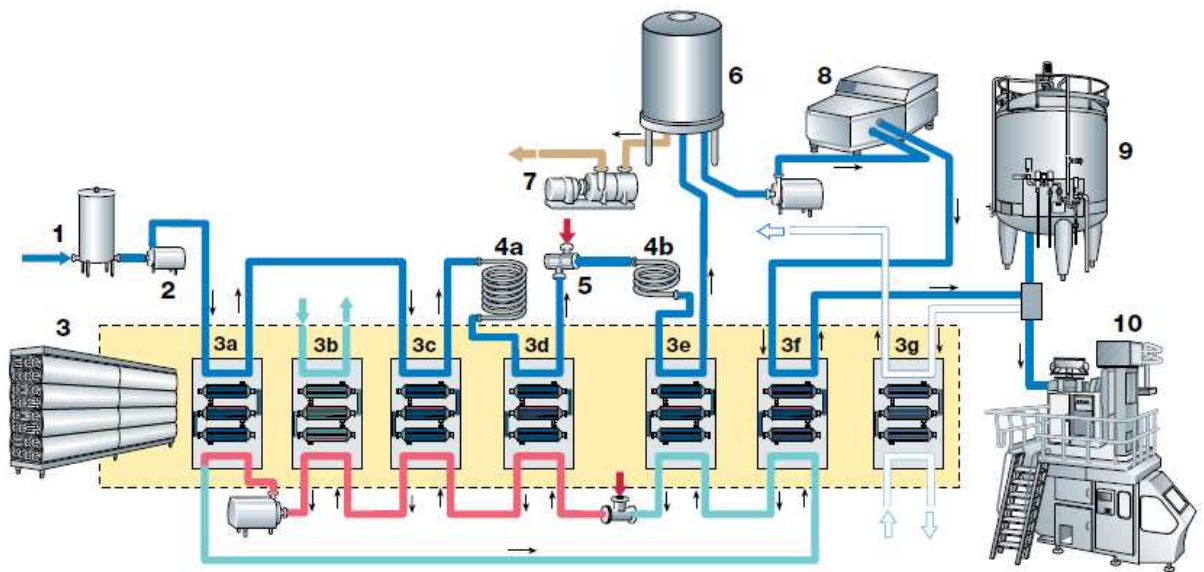
- 10 min. Esbandit inicial
- 20 min. Tractament amb producte càustic
- 15 min. Esbandit final
- En cas que féssim tractament amb àcid, l'aplicaríem també durant 15 min
- 15 min. Esbandit després de l'àcid

## UHT

Com ja hem dit anteriorment, aquest tractament es pot tractar com un conjunt de fases i elements asèptics, així doncs inclou els següents passos:

- Preescalfament
- "Ultra High Temperature"
- Homogeneïtzació asèptica
- Refredament
- Emmagatzemament asèptic
- Envasat asèptic

Aquestes etapes es representen en la següent il·lustració, que tot seguit explicarem:



Imatge 21: esquema general elements UHT  
Font: Dairy processing Handbook

(1) **Dipòsits de balanç:** a causa del transport de la llet a través de les canonades, es deriven una sèrie de problemes que s'enumeren a continuació:

1. Per al bon funcionament d'una bomba centrífuga, com les que són necessàries per al procés, cal que el producte manipulats, la llet, estigui lliure d'aire i d'altres gasos, que s'hi poden haver introduït al llarg del procés.
2. Cal evitar la cavitació en les bombes del circuit, per això cal que la pressió en tot els punt d'entrada de la bomba ha de ser superior a la pressió de vapor del fluid
3. La pressió a la succió de la bomba s'ha de mantenir sempre constant per assegurar un flux uniforme en la línia.

Tots aquests problemes es resolen amb un dipòsit de balanç ubicat prèviament a la succió de la bomba d'inici del procés, ja que el que aconseguim és una pressió de succió constant.

(2) **Bomba de preescalfament:** aquesta bomba serà l'encarregada d'enviar la llet cap a la primera etapa del tractament, el preescalfament. També és l'encarregada d'eleva la pressió de circulació fins a uns 4 bar. per evitar l'ebullició de la llet en el moment de la injecció de vapor.

Aquest preescalfament es realitza en un **intercanviador de calor tubular** que elevarà la temperatura fins a uns 95°C . Aquest mateix intercanviador serà l'encarregat de baixar la temperatura de la llet fins a temperatura ambient un cop aquesta ja hagi estat tractada. Com veiem en la imatge, en l'intercanviador (3) de plaques tenen lloc diferents etapes que ara enumerarem.

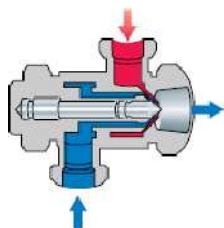
(3a) és la zona de preescalfament de la llet, on arribarem a uns 70°C

(3b) es realitza en aquesta zona una correcció de temperatura amb la finalitat de fer un escalfament sostingut en el temps

(3c) s'escalfa la llet fins a 95°C, i se la manté a aquesta temperatura en el cargol (4a) per estabilitzar les proteïnes i evitar desnaturalitzacions.

(3d) s'escalfa encara uns graus més de forma indirecta abans de la incorporació del vapor en l'injector de vapor (5) moment en què arribem als 140°C desitjats. Aquesta temperatura es manté durant 1-5 segons gràcies al cargol (4b).

(3e) es produeix un prerefredament, que permet l'escalfament del circuit d'aigua que utilitzem per les diferents funcions de l'intercanviador, i a més minimitza les pèrdues aromàtiques derivades dels forts canvis de temperatura.



Imatge 22: detall interior vàlvula d'injecció de vapor  
Font: Dairy processing Handbook

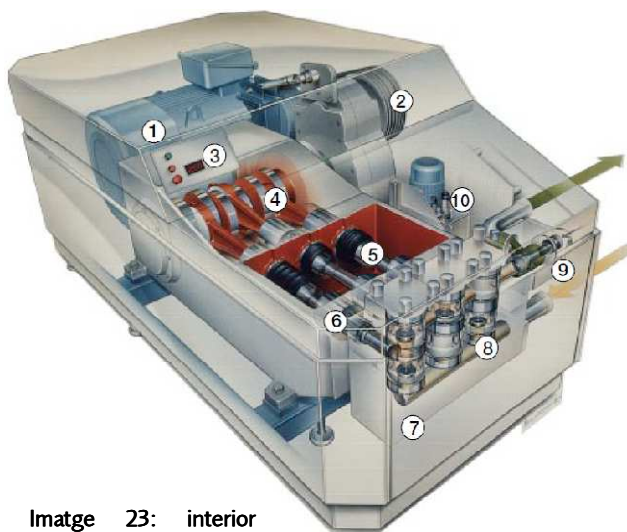
(6) es tracta del dipòsit al buit que actua com a cambra d'expansió, i des del qual podem separa el vapor injectat de la llet tractada. El buit en el dipòsit s'aconsegueix gràcies a la bomba nº (7).

(8) l'element que porta aquest número és l'homogeneïtzador. Aquest és l'encarregat de fragmentar els glòbuls grassos de la llet amb la finalitat de fer, com diu el seu nom, una llet homogènia.

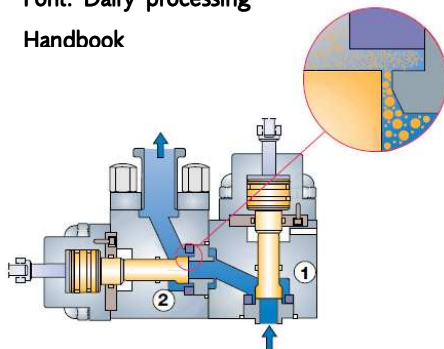
Per realitzar aquesta tasca, el que fem és, elevar la pressió de la llet des de uns 3 bar a l'entrada de l'equip fins a uns valors entre 100 i 250 bars en el moment de l'homogeneïtzació. Aquests nivells de pressió s'aconsegueixen gràcies a dues bombes hidràuliques mogudes pel

motor elèctric denominat a la imatge amb el número 1. La llet es fa passar per dos orificis que tenen la dimensió de 0,1mm o aproximadament 100 vegades el tamany d'un glòbul gras de la llet homogeneïtzada, per passar seguidament a un ampli espai. D'aquesta manera aconseguim una atomització de la llet i dels seus glòbuls grassos. L'ordre dels orificis és el que es mostra en la imatge de l'esquerra. El segon orifici te la funció de separar entre ells els cúmuls de glòbuls grassos de tamany reduït que s'han format després del primer orifici.

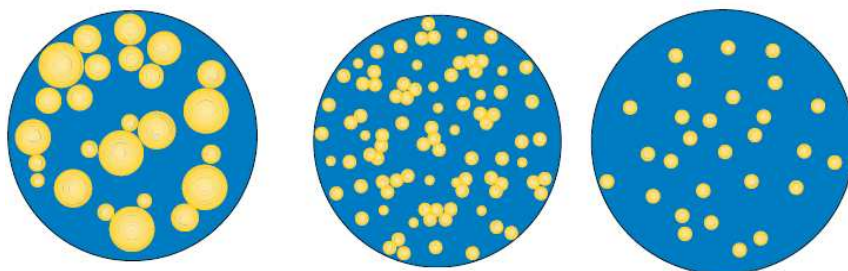
La següent imatge ens mostra la diferència de volum dels glòbuls grassos, abans de la homogeneïtzació, després de la primera etapa, i després de la segona etapa.



Imatge 23: interior homogeneïtzador  
Font: Dairy processing Handbook



Imatge 24: detall interior homogeneïtzador  
Font: Dairy processing Handbook



Imatge 25: volum del glòbul gras en cada etapa d'homogeneïtzació  
Font: Dairy processing Handbook



Un cop tenim la llet homogeneïtzada, aquesta torna a entrar a l'intercanviador tubular en la secció **(3f)** segons la imatge que hem vist anteriorment, on es refreda fins a temperatura ambient, uns 20 °C, moment en què ja l'emmagatzemarem en els dipòsits asèptics, per envasar-la posteriorment.

La neteja del procés UHT es realitza fins aquest moment com un únic bloc. Aquesta és diferent al tipus de neteja que hem fet fins ara. D'entrada contemplem dues neteges, la primera és la que anomenem intermitja asèptica, i es realitza aproximadament a la meitat del procés productiu. La segona és la que anomenem neteja CIP final. Una diferència important entre aquestes neteges i la resta, és que aquestes es fan a major temperatura, així doncs la neteja intermitja es realitza a temperatura de procés, 140°C, i no inclou fase àcida, ja que a aquestes temperatures seria perjudicial pels materials de la instal·lació. Per altra banda, la neteja final incorpora neteja alcalina a 140°C, neteja àcida a 105°C i finalment un esbandit final amb aigua a temperatura ambient. A tall de resum les fases, temps de durada i temperatures, es resumeixen seguidament:

**Neteja intermitja asèptica:**

- Esbandit inicial	5 mins	140°C
- Detergent càustic	20 mins	140°C
- Esbandit final	fins aconseguir conductivitat inicial de l'aigua utilitzada	140°C

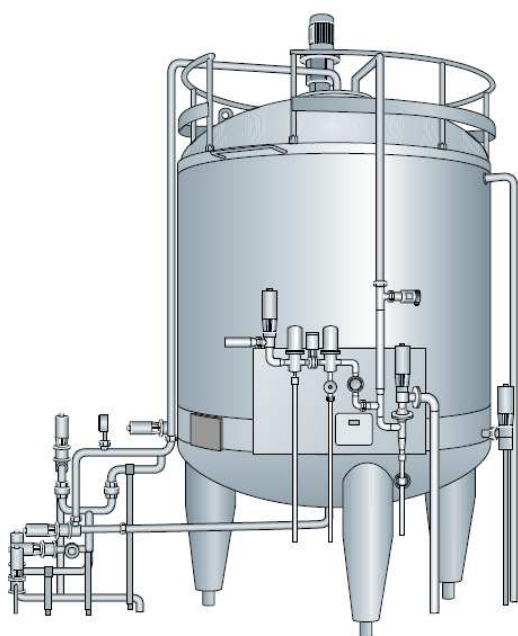
**Neteja final CIP:**

- Esbandit inicial	5 mins	140°C
- Detergent càustic	50 mins	140°C
- Esbandit intermedi	5 mins	140°C
- Detergent àcid	30 mins	105°C
- Esbandit calent	5 mins	105°C
- Esbandit final	10 mins	tº ambient (20°C)



El moment d'inici d'aquestes neteges és funció de la brutícia ("fouling" en anglès) acumulada en certs punts dels equips. Per exemple en el cas que ens ocupa, la brutícia acumulada a la vàlvula d'injecció de vapor, fa que aquesta s'obri més per aconseguir el tractament adequat. Quan aquesta supera un valor límit establert a base de proves de neteja, cal parar la maquinària i fer una neteja intermitja. No es recomana fer més de dues neteges intermitjes, ja que els resultats a la tercera no són els esperats, i per tant es podrien produir contaminacions i majors consums d'energia.

**(9) Emmagatzemament asèptic:** aquests dipòsits serveixen per tenir estoc de producte



entre el tractament tèrmic UHT i les envasadores asèptiques. A més aquests dipòsits donen flexibilitat a la instal·lació, ja que en el cas que una omplidora s'aturi a causa d'una averia, el dipòsit podrà emmagatzemar la llet ja tractada sense haver de parar tota la instal·lació. Hem de pensar que envasar directament sense emmagatzematge representa estar reciclant un volum extra de 300 L de llet per hora.

**Imatge 26: dipòsit asèptic**  
**Font: Dairy processing Handbook**

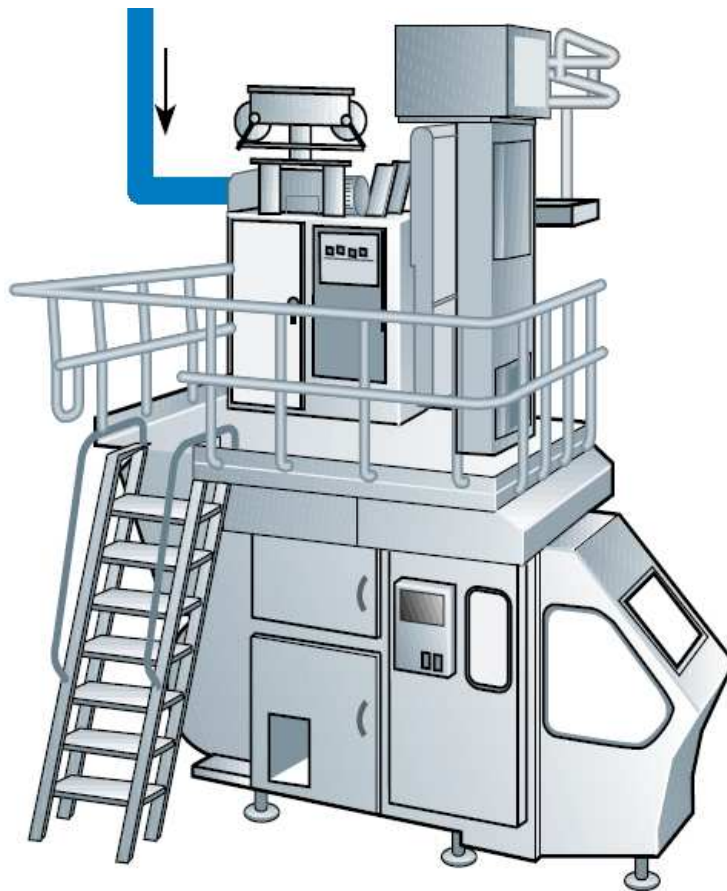
Com que són dipòsits on la llet hi arriba un cop ja ha estat tractada, serà necessari que aquests siguin asèptics. Acostumen a ser hermètics i d'acer inoxidable. Com a tals els classificarem a la hora de fer la neteja com un recipient, així doncs ja podem pensar que serà necessària la instal·lació de boles de neteja. Tenen una capacitat entre 30-80 m<sup>3</sup>, tindran una neteja semblant a la dels dipòsits "silos", a més cal pensar que emmagatzemen llet a temperatura ambient, per tant seran de fàcil neteja. Els detergents utilitzats seran, un pas de càustic a cada neteja i un pas àcid un cop a la setmana per treure incrustacions.

Els temps previstos de duració de les fases de neteja per aquests recipients seran els següents:

- 10 min. Esbandit inicial
- 20 min. Tractament amb producte càustic
- 15 min. Esbandit final
- En cas que féssim tractament amb àcid, l'aplicaríem també durant 15 min
- 15 min. Esbandit després de l'àcid

**Omplidores:** aquestes, també anomenades TBA, inclouen un sistema de neteja propi, per tant només dependrà de nosaltres el circuit de transport de llet des dels dipòsits asèptics fins a les TBA's.

Es tracta d'aquella maquinària que s'encarrega de envasar la llet, sigui del tipus que sigui, ja elaborada i emmagatzemada de forma asèptica. Són envasadores que esterilitzen els envasos abans que aquets arribin a estar en contacte amb la llet, de forma que el xoc tèrmic necessari per esterilitzar l'envàs no afecta a la llet. Aconseguint d'aquesta manera conservar la llet en un recipient estèril que ens garantirà la llarga vida del nostre producte.



Imatge 27: omplidora asèptica (TBA)  
Font: Dairy processing Handbook

## Auditoria

En l'actualitat sabem:

- El funcionament i peculiaritats d'un sistema CIP
- Els productes que elaboren en la planta on volem instal·lar un sistema CIP
- El procés d'elaboració que segueixen cada un d'aquests productes
- Quina és la maquinària necessària per realitzar aquests processos


Ens queda doncs per conèixer, abans de poder començar a dissenyar el sistema CIP específic per aquesta planta:

- De quanta maquinària disposen a la planta i les seves característiques
- Els circuits existents entre els diferents elements de producció
- La freqüència d'ús dels elements
- Com realitzaven les neteges anteriorment.
- Model i característiques de la bomba de buidat dels elements

Aquests cinc punts són els que exposarem en aquest apartat del treball.

Prèviament, cal definir dos elements molt semblants que trobem sovint en les indústries alimentàries, on la indústria en qüestió no n'és una excepció:

- **Multivies:** és un sistema de canonades en el que aquestes hi arriben des de diferents punts de la planta i surten cap a altres punts, permetent la connexió entre elles de tal manera que totes es poden intercomunicar. Les unions entre canonades s'estableix de forma manual a través de colzes i vàlvules manuals.
- **Manifold:** és un sistema de vàlvules automàtiques, normalment d'accionament neumàtic, que permet la interconnexió entre canonades que provenen de diferents elements amb d'altres que es dirigeixen cap a altres elements de la planta. El Manifold permet comunicar molts elements amb un nombre petit de vàlvules i amb molt poc requeriment d'espai.

Hem representat gràficament els circuits de la planta. En ells, les línies dibuixades en color blau, representen el circuit productiu, i el sentit del fluid està marcat amb fletxes. Els circuits productius de la nata s'han representat amb color groc, i els circuits de neteja existents s'han representat amb color verd. Les vàlvules manual seran representades amb un quadrat . El punt interior representat amb color blau, verd o groc, indica que la vàlvula està oberta, mentre que si és de color gris, indica que la vàlvula és tancada.

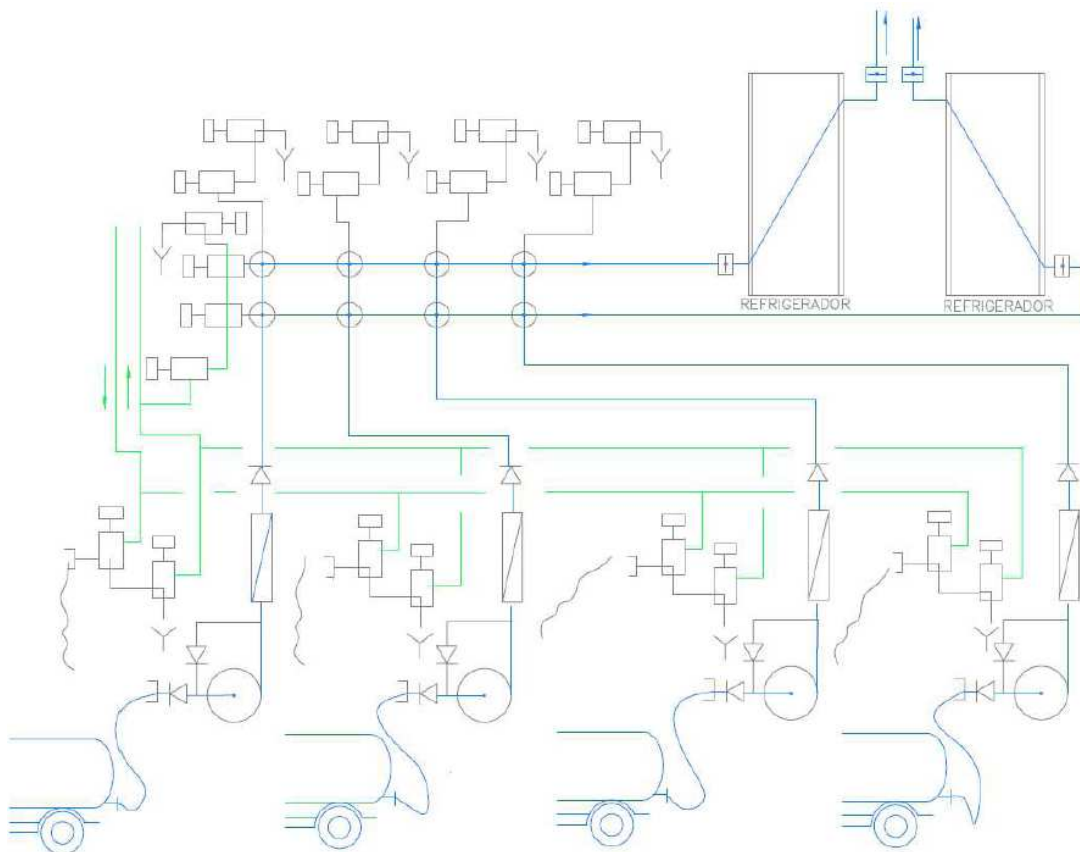
Hem ordenat aquesta part del treball segons els diferents elements de producció, de forma cronològica amb el procés productiu.

## 1. Cisternes de transport:

### a) Característiques:

- Comencen la neteja en acabar la descarrega de llet. A vegades només fan un esbandit ja que han de tornar a carregar en altres granges per netejar definitivament després de la segona descàrrega.
- Disposen de 4 llocs de descàrrega que poden treballar alhora, (4 bombes)
- Les bombes de descàrrega tenen una capacitat de  $37\text{m}^3/\text{h}$
- Cada cisterna disposa de tres boles de neteja del tipus JC ( $15\text{ m}^3/\text{h}$  de cabal i  $1,5\text{ kg/cm}^2$  de pressió)

### b) Circuits: es representen en la següent imatge:



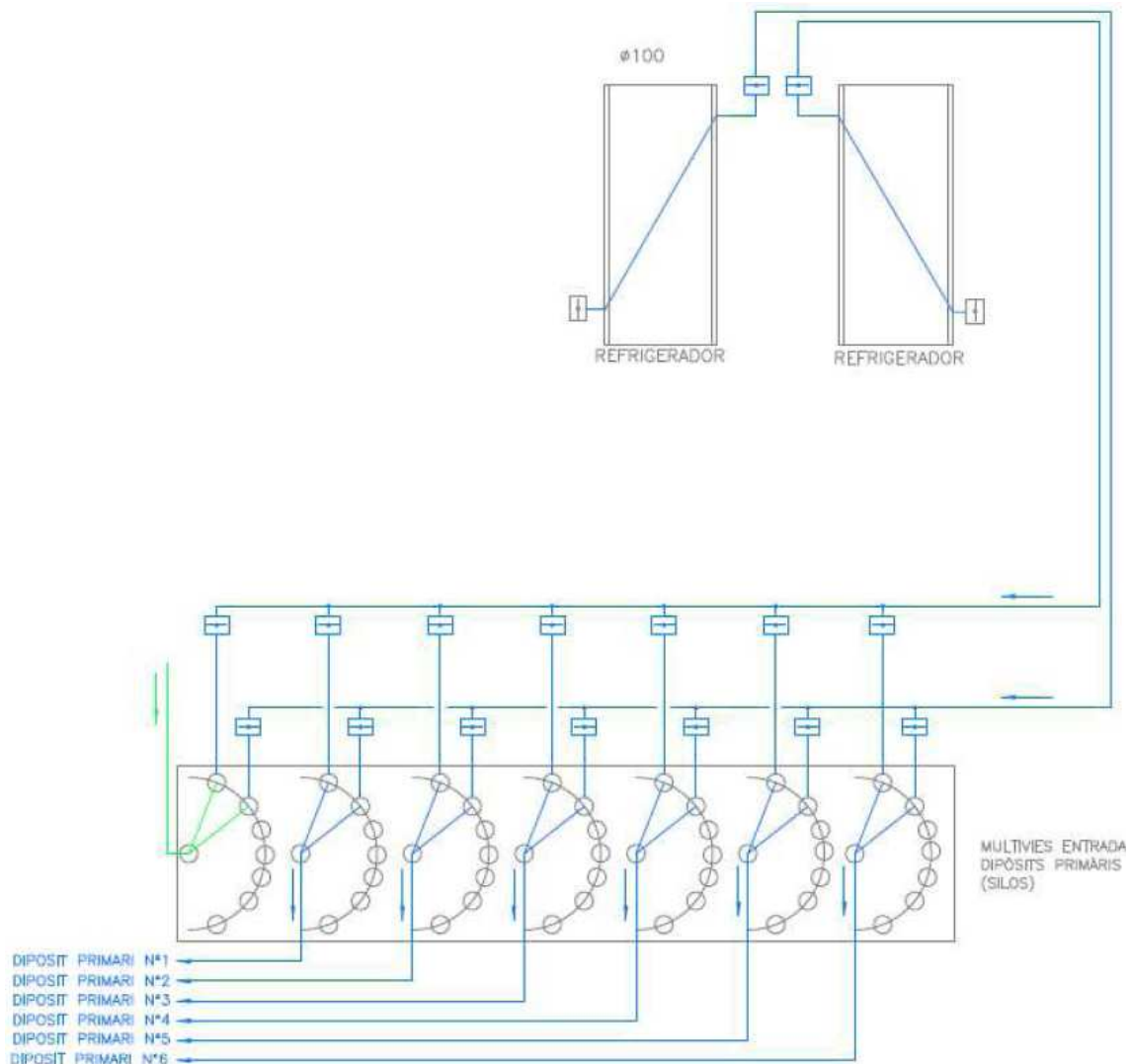
**Imatge 28: circuit descàrrega cisternes**  
Font: elaboració pròpia

Com veiem en cada lloc de descàrrega disposem d'una bomba des de la qual buidem les cisternes. La llet va a parar en un Manifold des del qual surten dos circuits que van cada un a un refrigerador. La llet s'envia a un refrigerador o a l'altre en funció de com s'ha tractat prèviament a l'arribada a la planta. Cal tenir en compte que alguns ramaders disposen de sistemes de pretractament tèrmic com poden ser termitzadors. Actualment tenen canonades que els serveixen per fer la neteja de forma automàtica.

- c) **Freqüència de neteja:** al llarg del dia es netegen aproximadament unes 25 cisternes.
- d) **Neteja:** la neteja es realitza actualment des de dos dipòsits d'uns 5 m<sup>3</sup>, un de sosa càustica diluïda i l'altre de àcid nítric diluït. A partir d'ara CIP de silos.

## 2. Refrigeradors:

- a) **Característiques:** es tracta de dos refrigeradors alimentats amb canonada de DN (diàmetre nominal) 100.
- b) **Circuit:** com veiem en la següent imatge:



Imatge 29: circuit refrigeradors i multives distribució a dipòsits primaris  
Font: elaboració pròpia

Els refrigeradors formen part d'un circuit que va des del punt de descàrrega de cisternes fins a un multi vies que distribueix el producte en els diferents dipòsits d'emmagatzemament primari, en endavant Silos. En el multivies veiem com de cada un dels punts centrals surt una canonada que porta el producte a un Silo diferent en cada cas (fins un total de 6 Silos). Els punts que dibuixen un semi-cercle representen canonades provinents de diverses parts de la planta. D'aquesta manera es pot fer arribar llet des de molts punts diferents als Silos i enviar-la al dipòsit corresponent.

- c) **Freqüència de neteja:** 1 cop al dia, normalment a la matinada, es netegen els dos refrigeradors.
- d) **Neteja:** la neteja es realitza des de la CIP de Silos

### 3. Dipòsits emmagatzemament primari (Silos):

- a) **Característiques:** es resumeixen en la següent taula:

Taula 9: característiques dels Dipòsits Primaris

Nº	Capacitat (m³)	Alçada (m)	Radi (m)	Nº Agitadors	Cabal bomba buidat (m³/h)
1	95	4,8	2,5	1	31
2	45	7,5	2,5	1	31
3	100	8	2	1	31
4	100	8	2	1	31
5	200	16	2	1	31
6	200	16	2	1	31

Font: elaboració pròpia

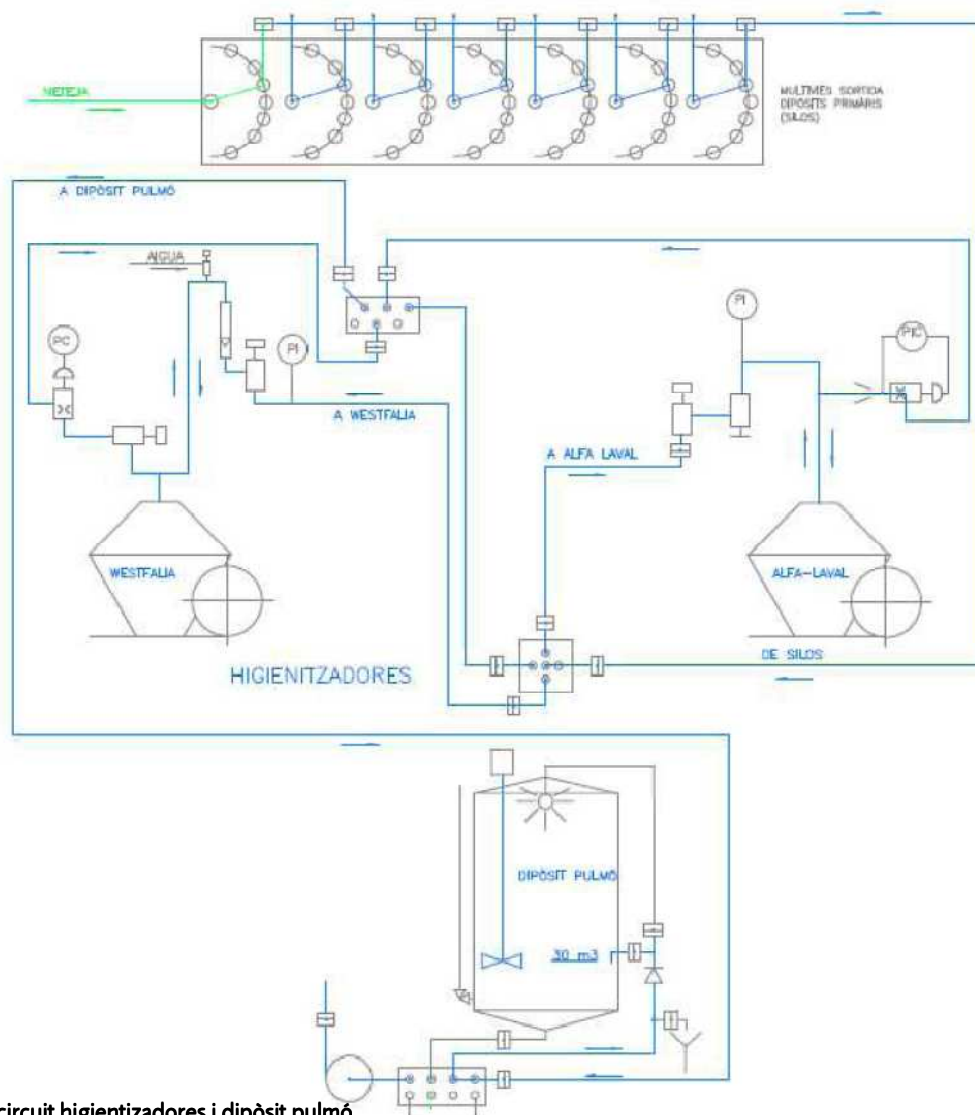
- b) **Circuits:** com veiem en la següent imatge, als dipòsits primaris només s'hi pot accedir a través d'un multivies (Multivies Entrada a Dipòsits Primaris), i només se'n pot sortir a través d'un altre multivies (Multivies Sortida de Dipòsits Primaris). En el d'entrada hi arriba llet des de tota la planta. A mesura que anem avançant en la descripció dels diferents circuits, anirem determinant quins desemboquen en aquest multivies. De la mateixa manera, el de sortida distribueix a diferents punts que ja anirem veient. Cada Silo disposa d'una bomba centrífuga per realitzar-ne el buidat i la corresponent distribució dins la planta.





#### 4. Higienitzadores

- a) **Característiques:** disposen de dues higienitzadores. En el moment de la neteja l'operari de planta les posa en marxa en mode neteja. Aquest provoca al llarg del programa, que la màquina desviï part dels productes detergents per diferents circuits interiors. A aquestes desviacions les anomenarem descarregues. Les higienitzadores fan tres descarregues al llarg de la neteja, i aquestes duren 15 segons. Cal tenir-les en compte, ja que durant 15 segons els detergents es llencen al drenatge.
- b) **Circuits:** en la següent imatge, podem veure com el circuit de producció de les higienitzadores és un dels que parteix del Multivies de Sortida Silos. El circuit va ser construït de forma que només pot estar en producció una de les dues de les que disposen. A través del petit multivies situat al centre de la imatge, la llet passa a través d'una higienitzadora o l'altra, o bé passa directament a la següent etapa. A la sortida de trobem un altre multivies que ens permet connectar amb el dipòsit pulmó, pas previ a entrar al Termitzador.



Imatge 31: circuit higienitzadores i dipòsit pulmó  
Font: elaboració pròpia



- c) **Freqüència de neteja:** 1 vegada al dia es neteja una de les dues, normalment al migdia.
- d) **Neteja:** actualment es realitza des de la CIP de Silos.

## 5. Dipòsit pulmó + Termitzador

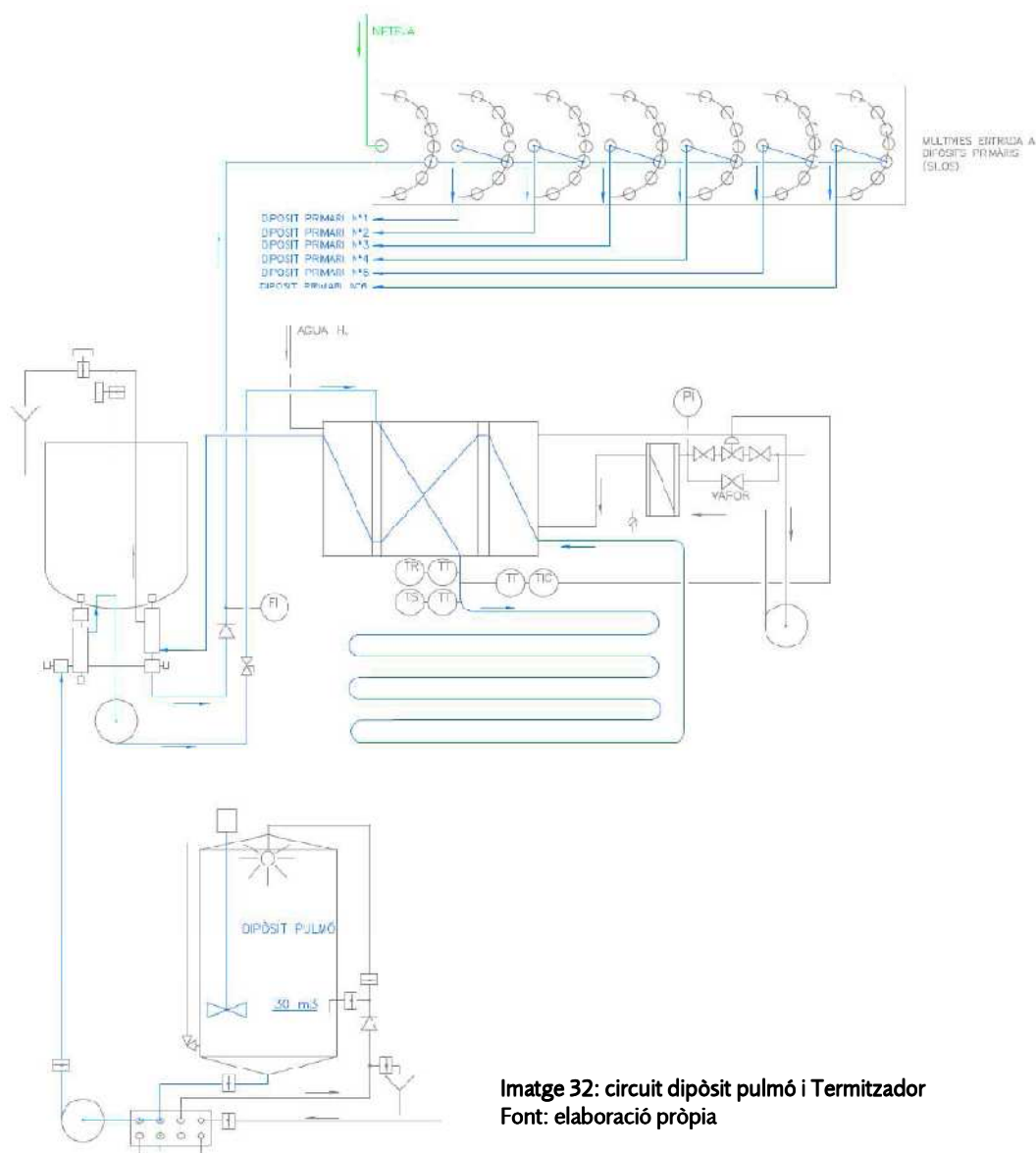
- a) **Característiques:** es tracta d'un únic dipòsit que dona servei al Termitzador. Aquest té les següents característiques:

Taula 10: característiques del Dipòsit Pulmó

Nº	m3	h (alçada)	r (radi)	Nº agitador	m3/h bomba retorn neteja
1	30	4	1,54	1	29

Font: elaboració pròpia

- b) **Circuits:**



Imatge 32: circuit dipòsit pulmó i Termitzador  
Font: elaboració pròpia

A la part baixa de l'anterior imatge, podem veure el dipòsit pulmó que permet el bon funcionament del Termitzador. Com en la majoria dels dipòsits, l'entrada i sortida de producte es realitza mitjançant un multivies. Fent connexions dins el multivies amb colzes d'acer inoxidable, podem connectar la línia de neteja amb el dipòsit. Des del multivies ens dirigim a través d'una bomba cap al Termitzador, des del qual, un cop la llet ha recorregut tot el circuit interior, aquesta va a parar al multivies d'entrada dels (Silos), on finalment acaba el circuit.

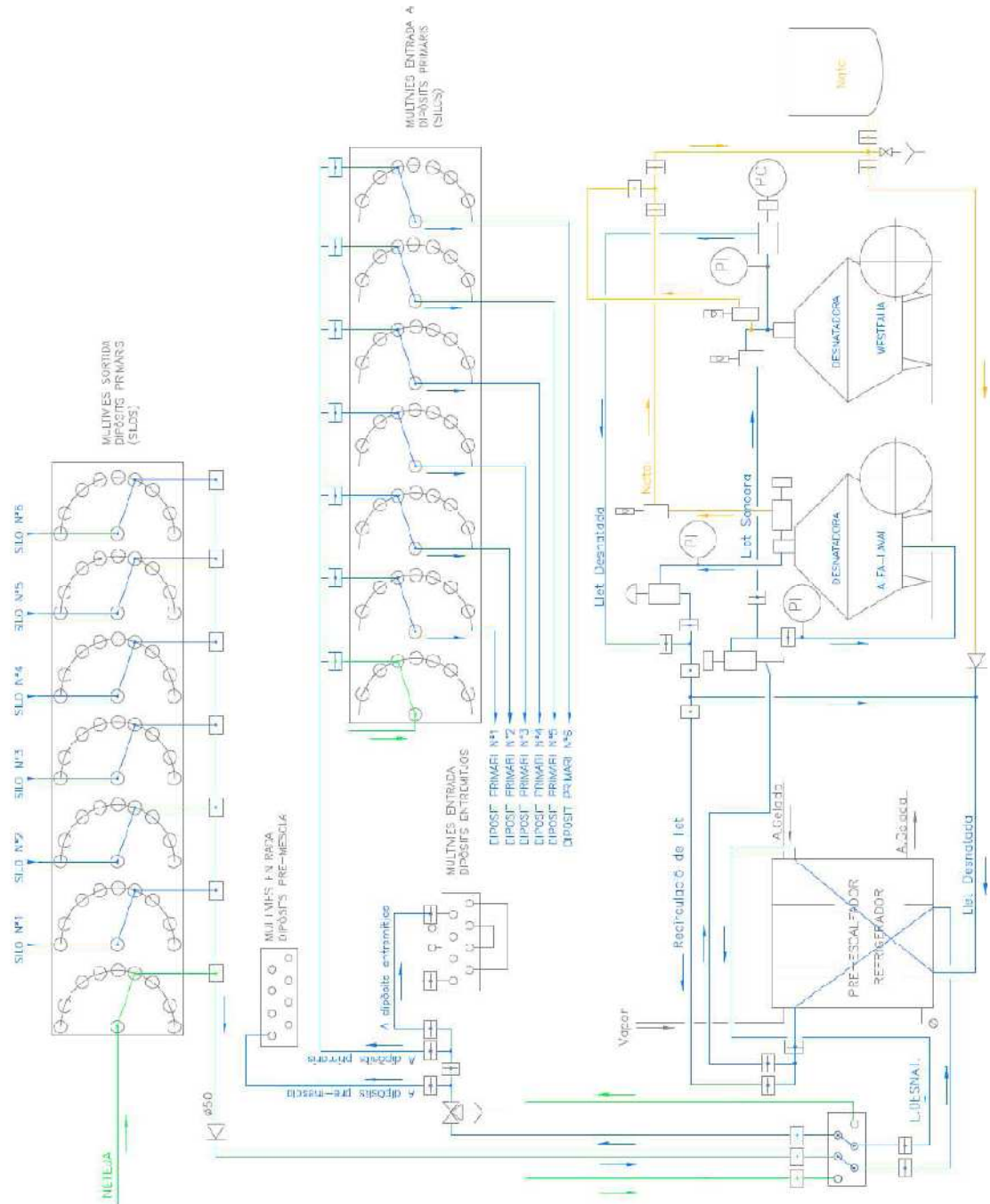
- c) **Freqüència de neteja:** 1 cop al dia (tant el dipòsit pulmó com el Termitzador)
- d) **Neteja:** en l'actualitat es netegen des de la CIP de Silos

## 6. Desnatadores + intercanviador de plaques

- a) **Característiques:** es disposa de dues desnatadores i un únic intercanviador de plaques. Al igual que les Higienitzadores, les desnatadores també realitzen descarregues de producte. En aquest cas depenen de l'operari de planta, i se'n realitzen dues o tres en cada neteja.
- b) **Circuits:** en la següent imatge es representa el circuit productiu que segueix la llet en el procés de desnatat. Aquesta parteix dels dipòsits primaris (Silos) a través del multivies de sortida. Un multivies permet fer entrar i fer sortir la llet del circuit de desnatat. Com veiem el circuit és únic per les dues desnatadores, i seleccionem amb quina volem produir a través d'una vàlvula manual. Prèviament a entrar, la llet passa per un intercanviador de plaques que, al igual que el circuit, és comú per les dues desnatadores. Així doncs només pot estar produint una de les dues. Un cop ha acabat el procés retorna al multivies d'entrada, on pot ser distribuïda cap a tres punts diferents a través d'una canonada que es bifurca.

Aquests són:

- 1: multi vies entrada de Silos
- 2: Dipòsits de pre-mescla
- 3: Dipòsits entremitjos



Imatge 33: circuit desnatadores  
Font: elaboració pròpia

- c) **Freqüència de neteja:** les desnatadores es netegen un cop al dia, normalment a primera hora (5h de la matinada).
- d) **Neteja:** disposen de dos petits dipòsits d'uns mil litres ubicats junt a les Desnatadores, un emmagatzema àcid i l'altre producte càustic per realitzar aquesta neteja. Els anomenarem CIP de Desnatadores.

## 7. Dipòsits entremitjos (Dipòsits Brik)

- a) **Característiques:** es tracta de 7 dipòsits, els quals tenen tots nivell fluid. Aquest és un indicador de nivell format per un petit tub lateral del dipòsit que s'omple o es buida del producte que emmagatzema el dipòsit. En omplir-se de producte serà necessari netejar-los correctament. Els diferents dipòsits s'omplen a través d'un multi vies que envia el producte a un manifold de vàlvules que s'encarrega de fer la distribució adequadament a cada un dels dipòsits. Cada dipòsit té un petit multivies que permet fer les tasques operatives i de neteja corresponents.

Taula 11: característiques dels Dipòsits Entremitjos (Dipòsits Brik)

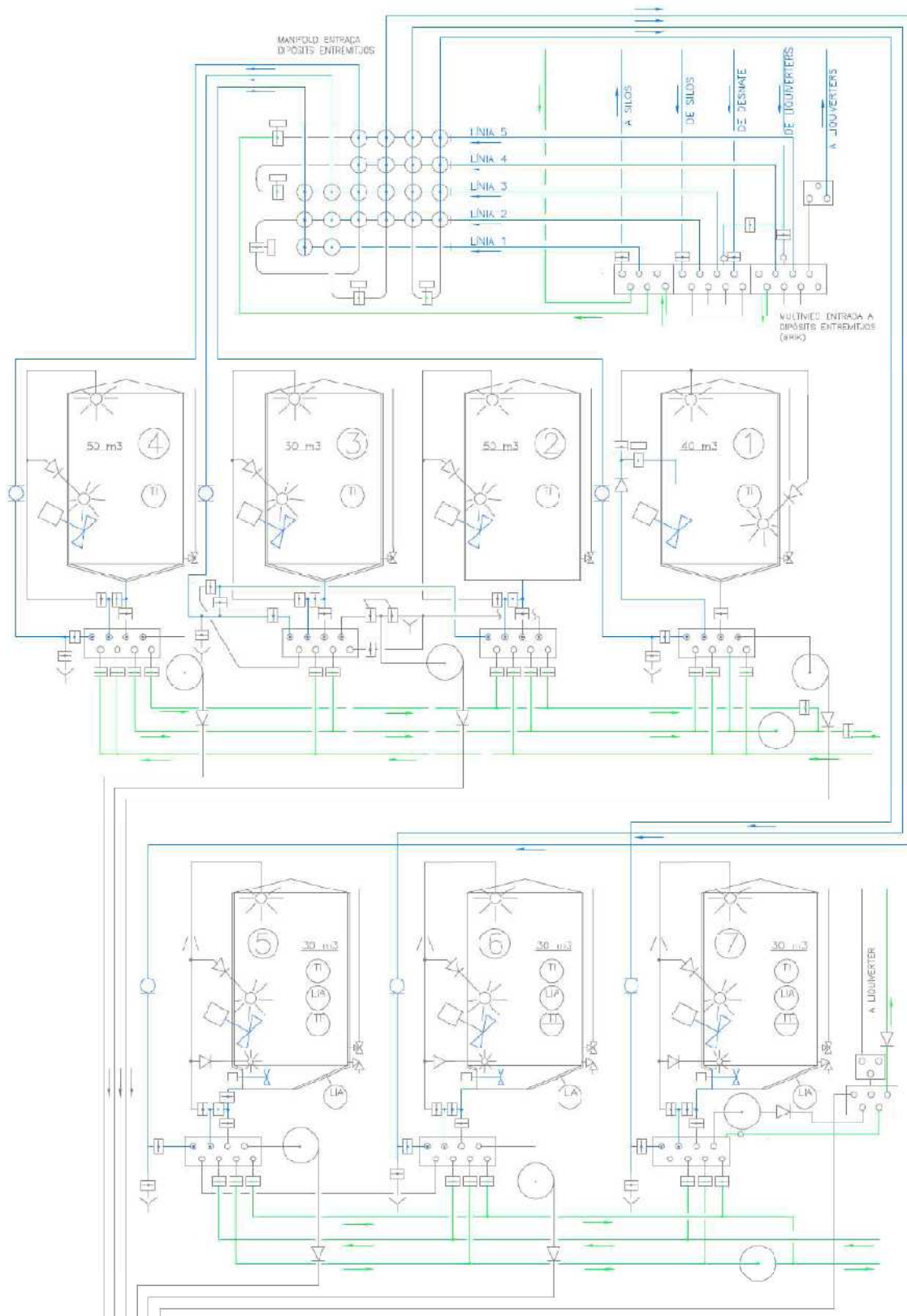
Nº	Capacitat (m <sup>3</sup> )	Alçada (m)	Radi (m)	Nº Agitadors	Cabal bomba buidat (m <sup>3</sup> /h)
1	40	3,18	2	1	31
2	50	4	2	1	31
3	50	4	2	1	31
4	50	4	2	1	31
5	30	4,24	1,5	1	31
6	30	4,24	1,5	1	31
7	30	4,24	1,5	1	31

Font: elaboració pròpia

- b) **Circuits:** per facilitar la visualització dels circuits referents a aquests dipòsits, hem representat els circuits d'entrada i de sortida en dues imatges diferents. La llet arriba al dipòsits Brik des de tres punts diferents:

- (i) Desnatadores
- (ii) Silos
- (iii) Liquiverters

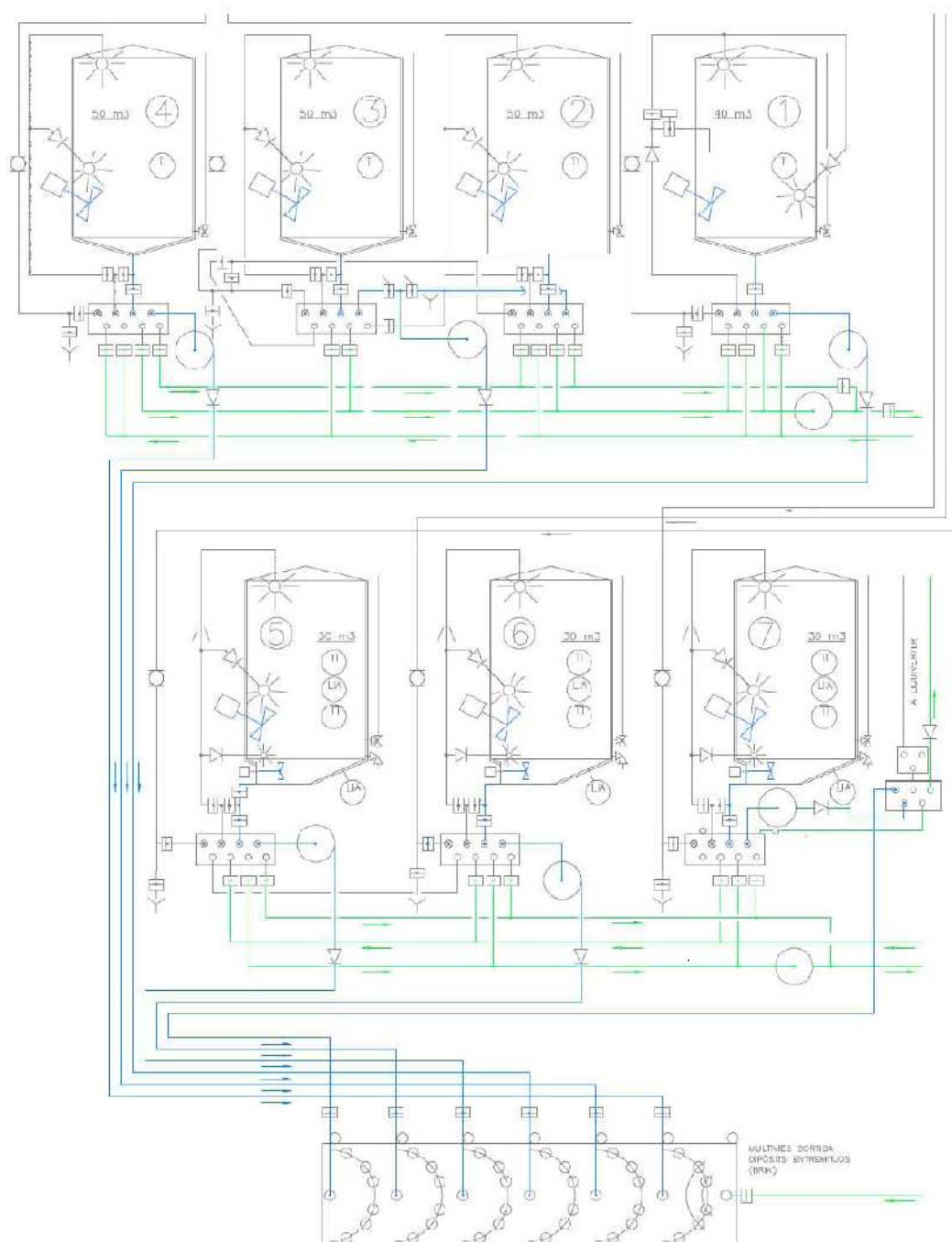
Les canonades provinents d'aquests tres desemboquen al multivies que reconeixem en la següent imatge com Multivies d'entrada a Brik. D'aquest surten 5 línies que entren al Manifold d'entrada als dipòsits entremitjos, que pot distribuir el producte als 7 dipòsits dels que disposen.



Imatge 34: circuit entrada Dipòsits Entremitjos  
Font: elaboració pròpia

Pel que fa a la sortida de la llet dels dipòsits, cada un dels Brik disposa d'una bomba que la envia fins al Multivies de Sortida de Brik. Cal especificar dos característiques especials d'aquests circuits:

- Els Brik nº 2 i 3 disposen d'un circuit pels dos. De la mateixa manera el buidat es fa amb la mateixa bomba. És per això que el Manifold d'entrada a Brik només disposa de 6 línies de sortida però hi ha 7 dipòsits. La línia 2 alimenta al Brik 2 i al 3. Amb el buidat passa el mateix.
- El Brik nº 7 disposa d'una línia exclusiva per enviar producte directament al Liquerter B. Tot això es pot visualitzar en la següent imatge:



Imatge 35: circuit sortida Dipòsits Entremitjos  
Font: elaboració pròpia

- c) **Freqüència de neteja:** es netegen 3 o 4 dipòsits al dia. A primera hora del matí es netegen totes les canonades d'alimentació dels dipòsits. Gràcies al multivies d'entrada a Brik i al manifold de distribució s'aconsegueix fer un circuit tancat que ens permet realitzar aquesta neteja.
- d) **Neteja:** es disposa de dos petits dipòsits amb sosa i àcid nítric per la neteja dels dipòsits Brik. A partir d'ara l'anomenarem CIP de Brik.

## 8. Pasteuritzador nata + Dipòsits nata + Cisternes de nata

- a) **Característiques:** tenen un pasteuritzador de nata ubicat a la sortida de les desnatadores. Si recordem el que hem comentat anteriorment, les dues desnatadores formen un únic circuit, és a dir que la nata generada en elles va a parar en un mateix punt, en aquest cas el pasteuritzador. Un cop hem passat pel pasteuritzador, la nata es pot emmagatzemar en 5 dipòsits diferents, dels quals només tenen operatius l'1 i el 2, i en ocasions el 3. Aquests tenen les següents característiques:

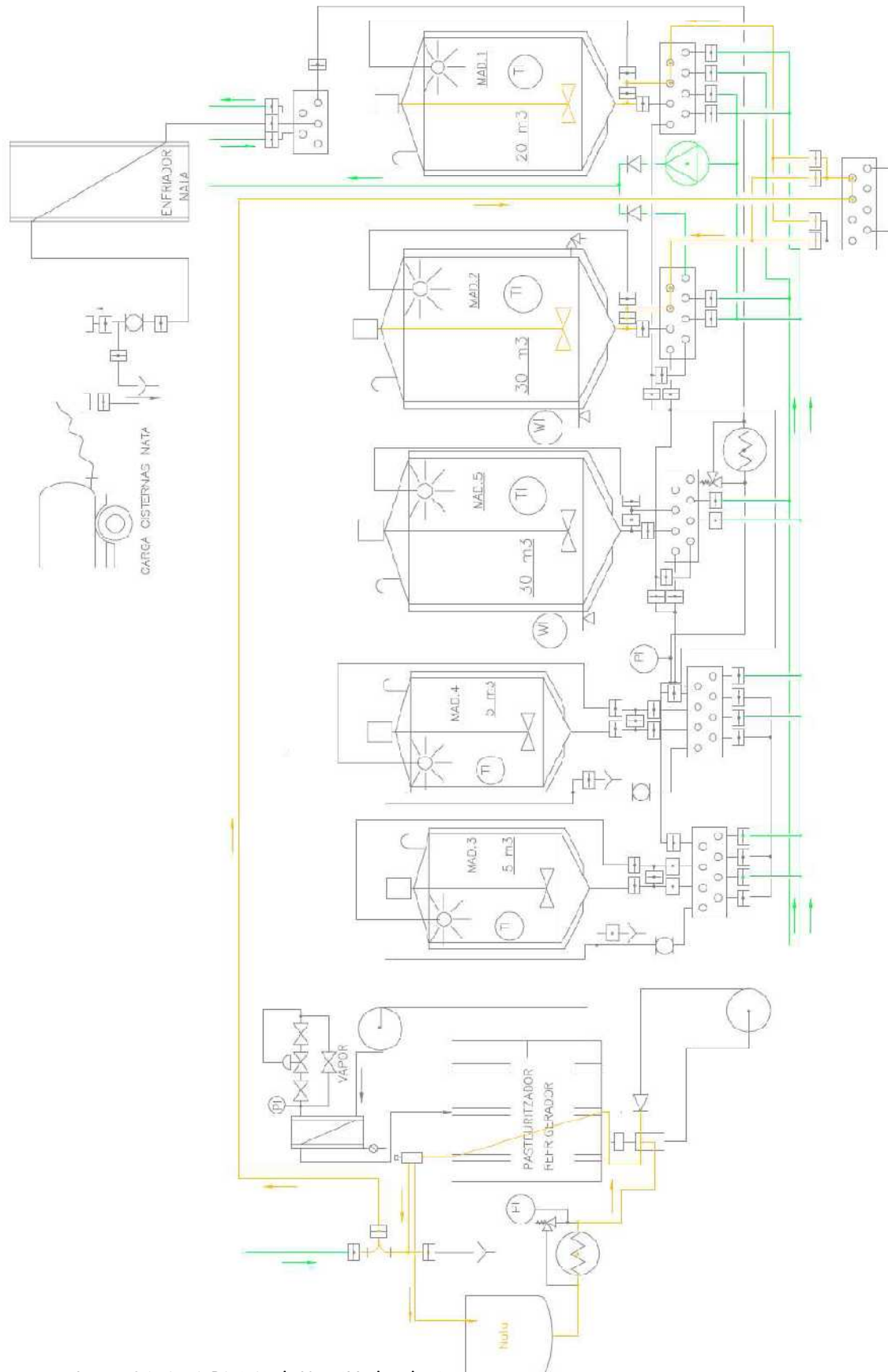
Taula 12: característiques dels Dipòsits de Nata (Maduradors)

Nº	Capacitat (m <sup>3</sup> )	Alçada (m)	Radi (m)	Nº Agitadors	Cabal bomba buidat (m <sup>3</sup> /h)
1	20	3	1.54	1	31
2	30	4	1.45	1	31
3	30	4	1.45	1	31
4	5	2,83	0.75	1	31
5	5	2,83	0.75	1	31

Font: elaboració pròpia

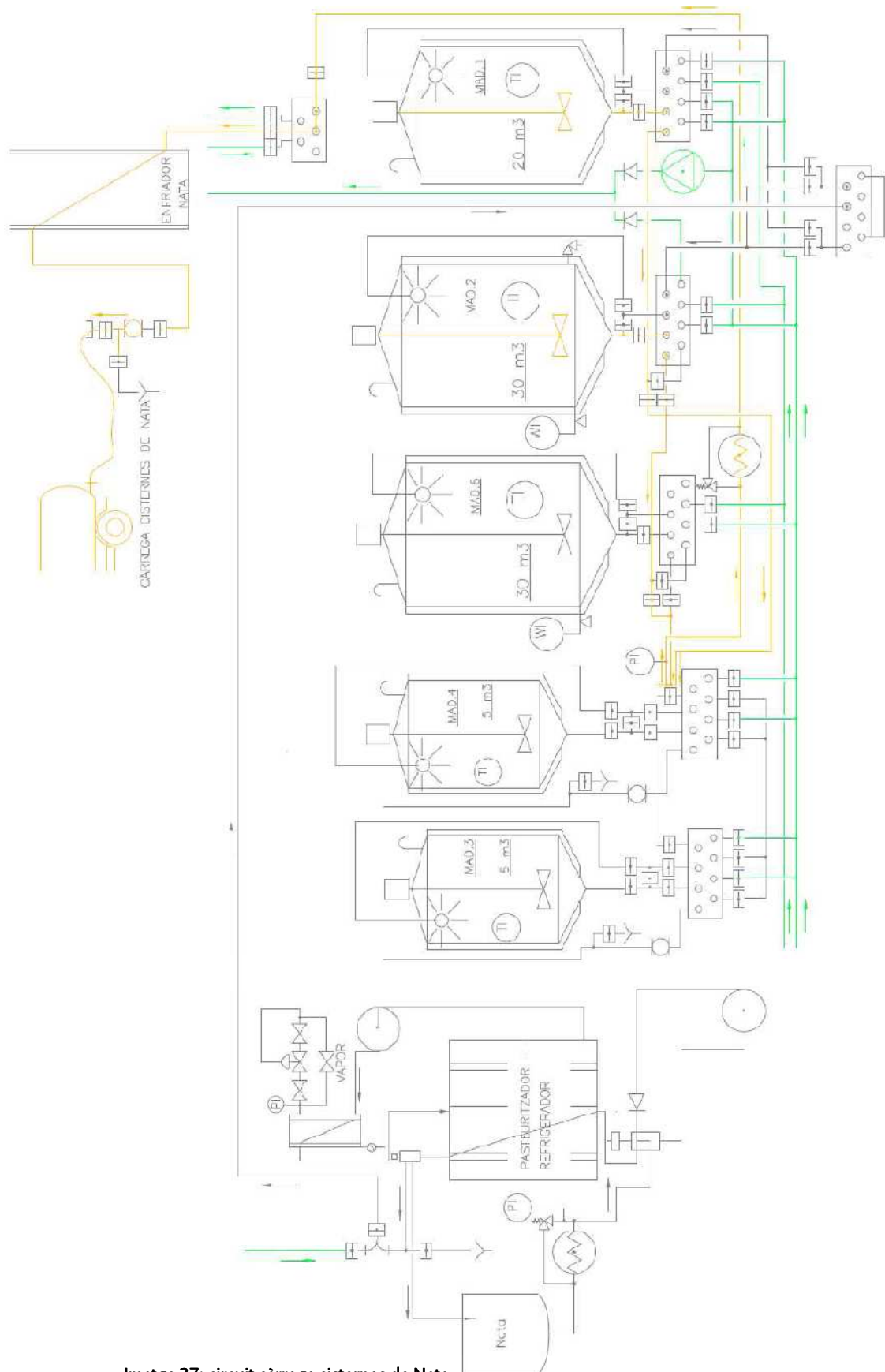
- b) **Circuits:** es tracta d'un circuit que parteix des del pasteuritzador i arriba a un petit multivies, situat sota els dipòsits 1 i 2 que fa la funció de distribuir la nata cap a un dipòsit o cap a l'altre. Com podem veure actualment existeixen canonades, dibuixades en color verd, per realitzar la neteja de tots 5 dipòsits. Es mostren dues imatges, la primera representa el circuit des del pasteuritzador fins els dipòsits, en la segona podem veure el circuit fins a les cisternes que s'enduran la nata de la planta.





Imatge 36: circuit Dipòsits de Nata (Maduradors)  
Font: elaboració pròpia





Imatge 37: circuit càrrega cisternes de Nata  
Font: elaboració pròpia

- c) **Freqüència de neteja:** el circuit des del pasteuritzador fins a cada un dels dipòsits de nata o maduradors, es neteja un cop al dia en acabar la producció les desnatadores. Els maduradors es netegen un cop buits, aproximadament cada dos dies, moment en què també es neteja el circuit de cisternes.
- d) **Neteja:** en l'actualitat aquests circuits es netegen des de la CIP que s'encarrega de la neteja de les desnatadores.

## 9. Dipòsit pre-mescla – Mescladora (Liquiverterers)

- a) **Característiques:** es tracta de dos dipòsits que donen servei a un dels Liquiverterers. Entre els dos tenen més capacitat de la requerida per aquesta funció, és per això que un dels dos no s'utilitza. No obstant caldrà tenir-lo en compte, ja que en cas que s'ampliés la planta podria començar a tenir utilitat i caldria netejar-lo. Les seves característiques són les següents:

**Taula 13: característiques dels dipòsits pre-mescla**

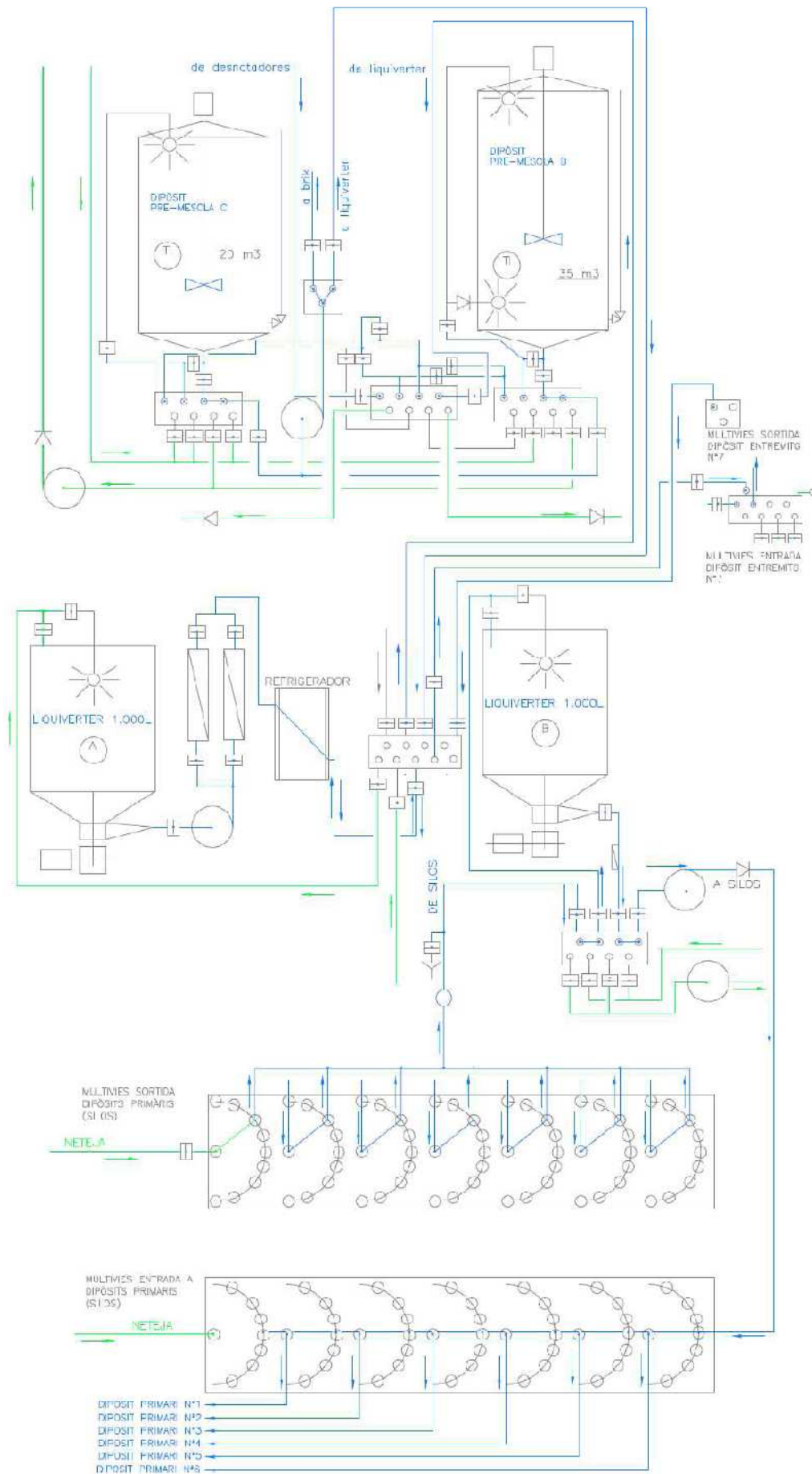
Nº	Capacitat (m³)	Alçada (m)	Radi (m)	Nº Agitadors	Cabal bomba buidat (m³/h)
B	35	5	1.5	1	31
C	20	3	1.54	1	31

Font: elaboració pròpia

A la planta tenen dos Liquiverterers de 1000 L cada un que anomenarem A i B. El Liquiverter A treballa amb llet desnatada provinent de la desnatadora, mentre que el Liquiverter B treballa amb llet provinent de Silos.

- b) **Circuits:** com veiem en la següent imatge, la llet arriba als dipòsits pre-mescla des de dos punts diferents, des de les desnatadores, o bé des del Liquiverter A. Mitjançant tres multivies i una xarxa de canonades i vàlvules manuals, podem comunicar el multivies central amb els dos situats sota cada un dels dipòsits.

De la mateixa manera, la llet té dues possibles destinacions, o bé la dirigim al Liquiverter A, o bé l'enviem als dipòsits entremitjos. Per la seva banda, el Liquiverter A pot rebre llet des de dos punts, des del dipòsit entremig nº7 o bé des dels dipòsits pre-mescla. Per altra banda el Liquiverter B només pot rebre llet des dels dipòsits primaris (Silos). Tots dos retornen la llet als seus punts d'origen, en el cas de l'A al Brik nº7 o al premescles, i en el cas del B als Silos.



**Imatge 38: circuit pre-mescles i Liquiverters A i B**  
Font: elaboració pròpia

- c) **Freqüència de neteja:** els Liquiverters són un equip molt funcional que, segons la producció del dia, es poden arribar a netejar una o dues vegades. Per altra banda els dipòsits pre-mescla, es pot donar el cas que hi hagi dies de la setmana que no s'utilitzin, és per això que es poden arribar a netejar 4 cops a la setmana.
- d) **Neteja:** els dipòsits i els Liquiverters es netegen actualment a través d'una petita CIP exclusiva per aquests 4 elements, la que anomenen CIP de Recuperacions.

## 10. Dipòsits de mescla

- a) **Característiques:** disposen de dos dipòsits mescladors, i de dos incorporadors de sòlids en línia, un per cada dipòsit. Les característiques dels dipòsits són les següents:

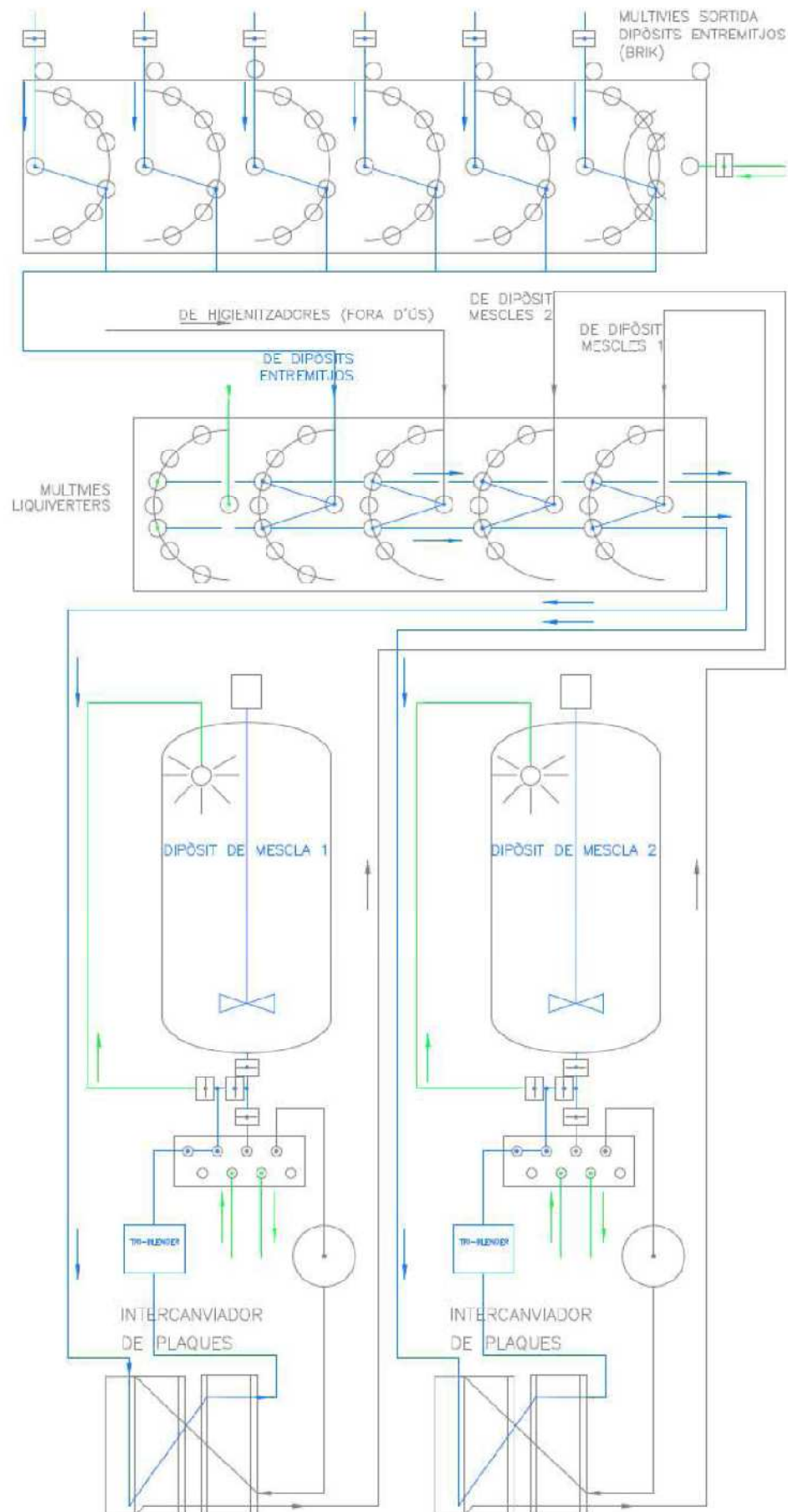
Taula 14: característiques dels dipòsits de mescla

Nº	Capacitat (m <sup>3</sup> )	Alçada (m)	Radi (m)	Nº Agitadors	Cabal bomba buidat (m <sup>3</sup> /h)
1	10	3	1	1	31
2	10	3	1	1	31

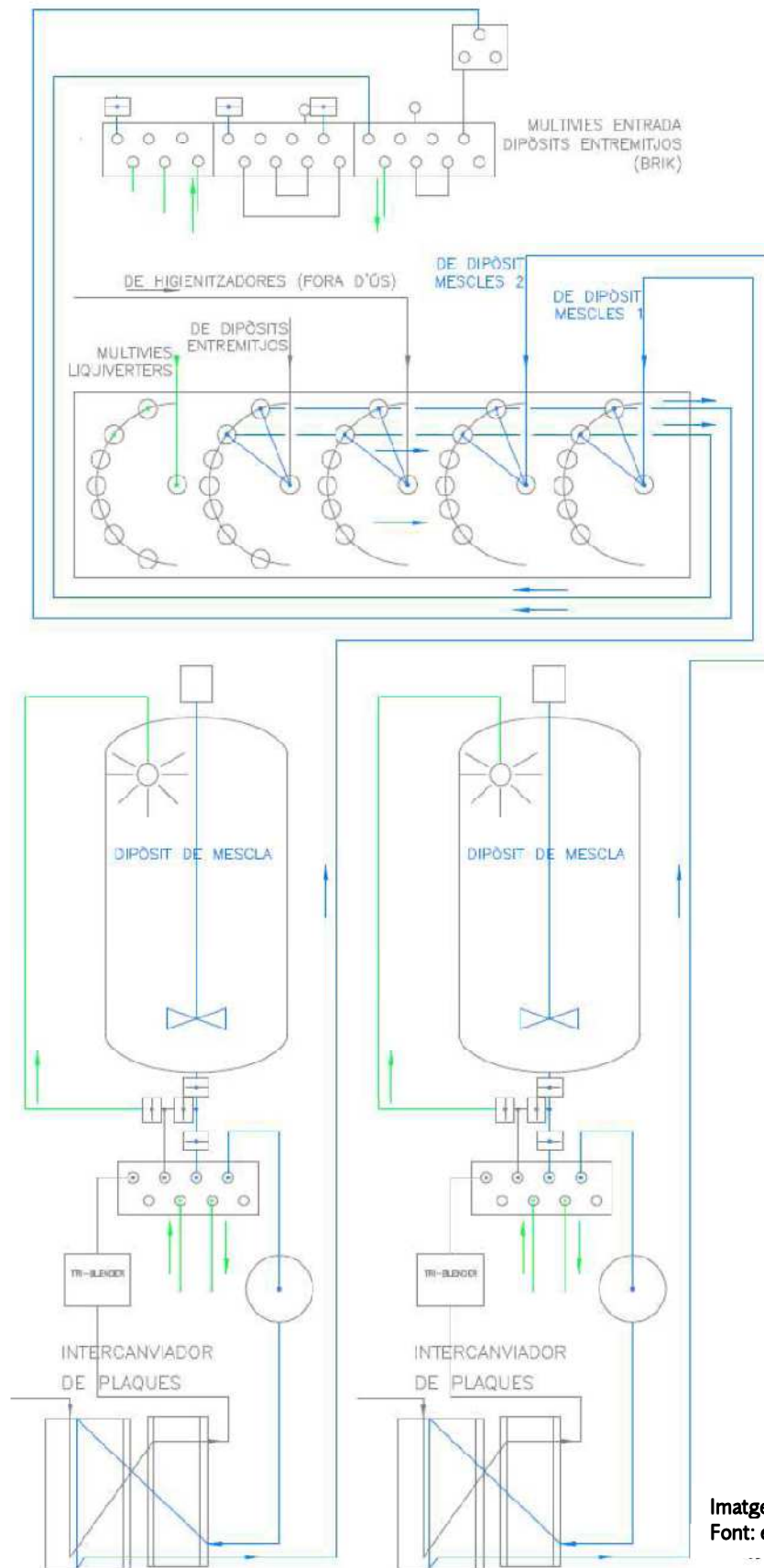
Font: elaboració pròpia

- b) **Circuits:** en aquests dos dipòsits hi pot arribar llet provinent de dos punts, des de les higienitzadores, tot i que està fora d'ús, i des dels dipòsits entremitjos. El circuit representat en la següent imatge parteix, doncs, del multivies de sortida dels dipòsits Brik. Per tal de distribuir la llet entre un dipòsit o l'altre, disposen d'un multivies que anomenarem Multivies de Liquiverters, ja que es troba a la sala dels Liquiverters. Des d'aquest parteixen les dues canonades que, abans d'arribar als dipòsits, passen per un intercanviador de plaques que preescalfarà la llet, i per un incorporador de sòlids que anomenarem Tri-Blender.

Per realitzar el buidat dels dipòsits, cada un disposa d'una bomba que retorna, la llet ja mesclada, al Multivies de Liquiverters. Des d'aquest, la enviem directament al multivies d'entrada dels dipòsits Brik. Disposen en aquest multivies de dues entrades per permetre el possible enviament a tots els dipòsits Brik.



Imatge 39: circuit entrada als dipòsits de mescla  
Font: elaboració pròpia



Imatge 40: circuit sortida dels dipòsits de mescla  
Font: elaboració pròpia

- c) **Freqüència de neteja:** aquests dipòsits amb tots els seus accessoris es netegen un cop al dia cada un.
- d) **Neteja:** en l'actualitat la neteja es realitza des de la CIP de Brik.

## 11. Sistema UHT (intercanviador tubular + homogeneïtzador + dipòsit asèptic + omplidora)

- a) **Característiques:** els sistemes UHT, com ja hem comentat anteriorment, són sistemes asèptics, i que per tant requereixen d'una neteja especialitzada. A més tots els seus elements es netegen conjuntament. A la pràctica es consideren com un únic circuit, ja que cada intercanviador té el seu homogeneïtzador i el seu dipòsit. No obstant en tractar-se els dipòsits de un recipient, la seva neteja es realitza separatament de l'intercanviador i l'homogeneïtzador. A la planta en qüestió tenen 3 sistemes UHT de la marca TetraPak, en concret són els models Tetra Therm Aseptic VTIS. Cada un d'ells té un dipòsit asèptic, les característiques dels quals són les següents:

Taula 15: característiques dels dipòsits asèptics

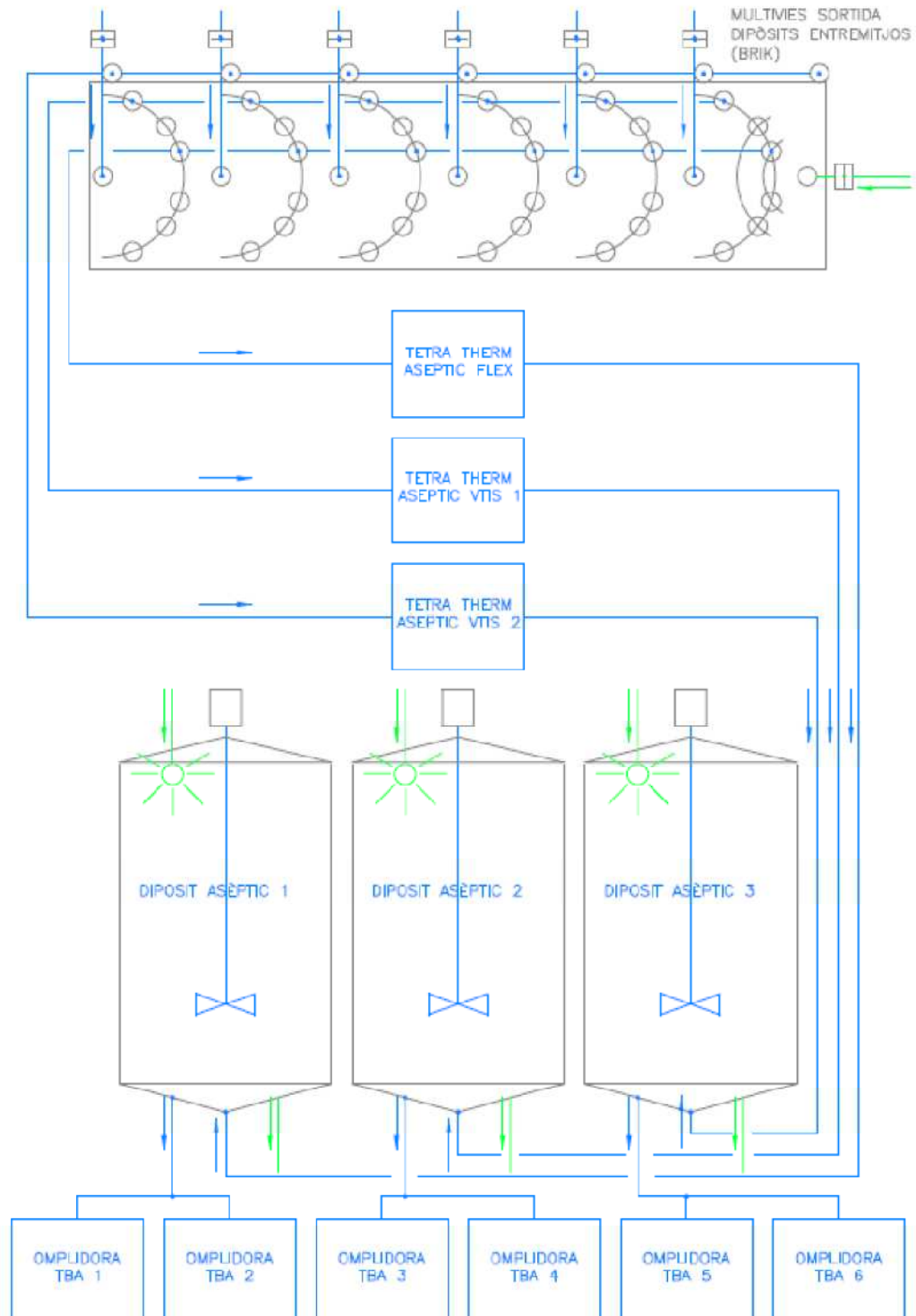
Nº	Capacitat (m <sup>3</sup> )	Alçada (m)	Radi (m)	Nº Agitadors	Cabal bomba buidat (m <sup>3</sup> /h)
1	30	4	1.45	0	31
2	30	4	1.45	0	31
3	30	4	1.45	0	31

Font: elaboració pròpia

Els dipòsits donen servei a les omplidores que, en tenir menys capacitat que el sistema UHT, els requereixen per no aturar el funcionament de la planta. Cada un dels dipòsits disposa de dues omplidores TBA, també de TetraPak. Les omplidores tenen el seu propi sistema de neteja.

- b) **Circuits:** els circuits productius de la zona asèptica comencen al multivies de sortida dels dipòsits entremitjos, tal i com podem veure en la següent imatge. Del multivies surten tres canonades, que entren directament al seu sistema UHT corresponent. Un cop la llet ja ha estat tractada tèrmicament entra directament al dipòsit assignat per cada sistema. Un cop comença a haver-hi llet en els dipòsits les omplidores poden començar a funcionar. Cada dipòsit té dues omplidores. Tot el que acabem d'exposar es representa gràficament en la següent imatge:





Imatge 41: circuit UHT, dipòsits asèptics i omplidores

Font: elaboració pròpia

- c) **Freqüència de neteja:** com ja avançàvem en anteriors parts del treball, cada sistema UHT requereix una neteja intermitja durant el procés de producció, i una neteja final en acabar la producció. Cada dia es realitza una neteja intermitja i una final en cada un dels sistemes UHT.
- d) **Neteja:** en l'actualitat cada sistema disposa d'una unitat CIP per realitzar la seva neteja.



## Disseny del procés CIP

En aquesta part del treball realitzarem els càlculs i reflexions necessàries per aconseguir la neteja de cada un dels elements exposats en l'anterior part del treball, com també dels circuits que uneixen aquests elements.

Abans d'entrar en matèria és necessari definir alguns conceptes que ens apareixeran sovint en aquest apartat:

- **Unitat CIP:** és aquell conjunt de dipòsits, conjunt de vàlvules i elements de camp que permeten la neteja, en condicions òptimes, de tots els elements i circuits d'una indústria alimentària.
- **Element:** és cada un dels equips, dipòsits, circuits, etc. ubicats en planta i utilitzats en la producció que seran netejats mitjançant un sistema CIP.
- **Objecte:** és un grup d'elements que degut a la producció de la planta seran netejats conjuntament com si es tractés d'un únic element.
- **Impulsió CIP:** parlem d'impulsió CIP quan fem referència a les canonades que condueixen els detergents, aigua, o desinfectants des de la unitat CIP fins l'element o circuit que hem de netejar.
- **Retorn CIP:** parlem de retorn CIP quan fem referència a les canonades que condueixen els detergents, aigua, o desinfectants des de l'element o circuit que hem netejat fins a la unitat CIP.

Per elaborar aquesta part del treball, primerament hem hagut d'enumerar cada un dels elements i dels circuits. Aquests concorden amb cada un dels equips productius i circuits esmentats en l'auditoria i representats gràficament anteriorment. Els enumerem a continuació:

1. (1-25)Cisternes: cada una de les cisternes formen un element. A la indústria hi arriben 25 cisternes al dia, així doncs tenim 25 elements a netejar al cap del dia. Per la seva neteja cal disposar d'una impulsió i d'un retorn CIP en el punt de descàrrega de les cisternes.
26. (26-27)Refrigeradors de llet: en tenim dos a planta, i cada un representarà un element. Els considerem com un circuit que comença en el punt de descàrrega de cisternes i acaba en el Multivies d'entrada a Silos.
28. (28-33)Dipòsits d'emmagatzemament primari (Silos): disposen de 6 a planta. Cada un és un element.
34. Circuit de Silos: la llet arriba a cada un dels Silos a partir del Multivies d'entrada a Silos a través d'una canonada individual, i surt d'ells a través d'una bomba i d'una altra canonada que la porta fins al Multivies de Sortida de Silos. Mitjançant colzes d'acer inoxidable col·locats adequadament en els Multivies d'entrada i sortida, i en els multivies de cada un dels Silos, aconseguim establir un circuit tancat que podem netejar diàriament sense influenciar la producció de la planta.

35. Del Multivies de sortida de Silos, parteixen 5 circuits fins a maquinaria ubicada a l'interior de la planta, cada un dels quals és un element. El primer d'ells és el Circuit del Liquiverter B.
36. El segon és el circuit de Higienitzadores, que ja que aquestes es consideren part del circuit, no es consideraran com un element diferent. Aquest arriba fins al dipòsit Pulmó del Termitzador.
37. El tercer és el circuit de Desnatadores, que, com en el cas anterior, es consideren part del circuit. Aquest té tres punts d'acabament on és necessari que hi hagin punts de retorn a CIP. Aquests són: Multivies d'entrada a Brik, Multivies d'entrada a Silos i Dipòsits pre-mescla.
38. El quart és el circuit dels Dipòsits entremitjos (Brik). El circuit acaba en el Multivies d'entrada a Brik.
39. El cinquè és el circuit a Concentrador: el concentrador és un equip que no afecta a l'elaboració d'aquest treball, ja que la seva neteja no es realitza mitjançant un sistema CIP, no obstant el circuit de llet que desemboca en ell sí que es neteja amb aquest sistema i per tant cal contar-lo com un element més.
40. Liquiverter B: aquest element està comunicat exclusivament amb els Silos.
41. Circuit del Liquiverter B al Multivies d'entrada a Silos.
42. Dipòsit Pulmó del Termitzador.
43. Circuit des del Dipòsit Pulmó fins al Termitzador, que per les seves característiques forma part del circuit. Aquest acaba en el Multivies d'Entrada a Silos.
44. Pasteuritzador de nata i circuit d'alimentació dels Dipòsits de Nata. El Pasteuritzador, com el Termitzador, per les seves característiques es considera part del circuit.
45. (45-49) Dipòsits de Nata (Maduradors): a planta disposen de 5 dipòsits, cada un dels quals es considerarà com un únic element.
50. Circuit d'expedició de Nata: és un circuit que recorre els 5 Dipòsits de Nata i que desemboca al lloc de càrrega de les cisternes de nata.
51. Circuit d'entrada als Dipòsits Entremitjos (Brik): com hem vist anteriorment, a través d'un Multivies i d'un Manifold alimentem els 7 Dipòsits de Brik mitjançant 6 canonades. Disposant una sèrie de colzes d'acer inoxidable en cada un dels Multivies de cada un dels dipòsits de Brik i en el Multivies d'entrada als dipòsits Brik, aconseguim establir un únic circuit tancat que podem netejar, com un únic element, tots circuits de càrrega dels dipòsits Brik.
52. (52-58) Dipòsits Entremitjos (Brik): disposen a planta de 7 dipòsits, cada un dels quals serà considerat com un element individual.
59. (59-65) A diferència dels circuits d'entrada a Brik, els circuits de sortida seran considerats cada un com un element individual, ja que no hi ha forma física de connectar-los formant així un únic circuit. Disposen de 7 circuits de sortida que desemboquen en el Multivies de Sortida de Brik, un per cada dipòsit.
66. Del dipòsit Brik nº7 surt una canonada especial que el connecta amb el Liquiverter A. Aquesta canonada és considerada com un circuit independent que ha de ser netejat.

67. Del Multivies d'Entrada de Brik surt una canonada que comunica aquest amb el Multivies d'entrada a Silos, també es tracta d'un element.
68. Del Multivies de Sortida de Brik parteixen 5 circuits, el primer dels quals porta la llet fins al Multivies de Liquiverters, per poder distribuir-la en els Dipòsits de Mescles.
69. El segon connecta amb el Multivies d'Entrada a Silos.
70. El tercer s'encarrega del transport de la llet fins el primer dels tres sistemes UHT que tenen a planta, el VTIS 1.
71. El quart connecta amb el VITIS 2.
72. I finalment el cinquè connecta amb el VTIS 3.
73. (73-74)Dipòsits Pre-mescla: a planta disposen de dos, cada un dels quals representarà un element.
75. Circuit des dels dipòsits Pre-mescla al Liquiverter A.
76. Liquiverter A. Aquest està connectat amb els dipòsits Pre-mescla i amb el dipòsit Brik nº 7.
77. Circuit des del Liquiverter A als dipòsits Pre-mescla.
78. Circuit des del Liquiverter A al dipòsit Brik nº7.
79. Del Multivies de Liquiverters parteixen tres circuits, el primer dels quals connecta aquest amb el Multivies d'entrada als dipòsits Brik.
80. El segon el connecta amb el Dipòsit de Mescles nº1.
81. El tercer el connecta amb el Dipòsit de Mescles nº2.
82. (82-83)Dipòsits de Mescles: A planta tenen dos Dipòsits de Mescles, cada un dels quals es considera com un element.
84. Circuit de sortida del Dipòsit de Mescles nº1 fins el Multivies de Liquiverters.
85. Circuit de sortida del Dipòsit de Mescles nº2 fins els Multivies de Liquiverters.
86. (86-88)A planta disposen de tres Sistemes de tractament UHT, cada un d'ells és considerat com un element.
89. (89-92)Cada un dels Sistemes UHT desemboca en el seu dipòsit particular, els que anomenem Dipòsits Asèptics. Tenen a planta tres Dipòsits Asèptics, cada un dels quals és considerat com un element.
93. Cada Dipòsit Asèptic té un circuit que comunica amb dues Omplidores, és a dir que tenen tres circuits d' Omplidores. Cada un d'ells és considerat com un element.

Com podem veure, a planta tenim un total de 93 elements, cada un dels quals haurà de ser netejat adequadament. En les següents pàgines es pot veure la llista completa dels elements.

Per aconseguir això, prèviament haurem de calcular les necessitats hidràuliques de cada un d'ells, això vol dir que hem de saber a quin cabal i a quina pressió han de circular els fluids (aigua, detergent, desinfectant, etc) per l'interior de les canonades i dels dipòsits per dur a terme una correcta neteja.

Fent memòria, recordarem de la primera part d'aquest treball, que la neteja de qualsevol element, sigui circuit o recipient, s'aconsegueix a partir de la força que exerceixen els fluids que circulen pel seu interior durant un temps determinat a una temperatura concreta.

En el cas d'una canonada la força exercida pel fluid ens venia determinada per la velocitat de circulació d'aquest. En funció d'aquesta, del diàmetre de la canonada i de la densitat i viscositat del fluid, aconseguíem trobar un valor indicatiu de l'efecte sobre les parets de la canonada, aquest valor era el Número de Reynolds. Per realitzar correctament la neteja aquest havia d'estar per sobre de valors de 1·105. Per assolir aquestes xifres en una canonada d'un diàmetre freqüentment utilitzat en indústria alimentària, com és el de 80 mm, hem d'assolir velocitats d'entre 1 i 3 m/s.

Pel cas que ens ocupa agafarem el valor de 2,5 m/s pel càlcul de canonades. Segons la següent fórmula, amb la velocitat i la secció de la canonada aconseguirem determinar el cabal que ha de passar per ella per aconseguir el valor del Número de Reynolds desitjat:

$$Q = v \times s$$

On  $v$  és la velocitat i  $s$  és la secció de la canonada, que la trobem de la següent manera:

$$s = \pi \times r^2$$

On  $r$  és el radi expressat en metres. Per una canonada de 80mm de diàmetre, tenim una secció de 0,0045 m<sup>2</sup>. Aplicat a la fórmula de dalt aconseguim un cabal de 40,5 m<sup>3</sup>/hora. Totes les canonades de producció de la planta són en diàmetre 80, excepte en el circuit de refrigeradors que són de 100mm, així doncs aquest serà el cabal que hem de fer circular per realitzar una neteja adequada de qualsevol circuit de la planta.

Per altra banda caldrà determinar la pressió a la que hem d'impulsar els fluids perquè arribin al final dels circuits amb el cabal desitjat. Hem de parlar doncs de l'altura a la que hem d'enviar el fluid, i de les pèrdues de càrrega que es produiran en fer circular aquest fluid a aquesta velocitat per l'interior d'una canonada amb un diàmetre determinat.

Les pèrdues de càrrega són les pèrdues de pressió i conseqüentment de cabal derivades de la fricció del fluid amb la canonada.

En tenim de dos tipus, les derivades de les pròpies característiques del fluid en recórrer una distància de canonada, que anomenarem pèrdues de càrrega lineals ( $\Delta h_L$ ), i les derivades dels diferents elements que trobem en el circuit (colzes, filtres, vàlvules de retenció, vàlvules manuals, etc.), que anomenarem pèrdues de càrrega singulars.

Les primeres les trobem a partir de la següent fórmula:

$$\Delta h_L = \frac{4 \cdot f \cdot L \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot d}$$

On:

$f$  : és el coeficient de fricció de la canonada

$L$  : és la longitud del circuit (en metres)

$v$  : és la velocitat (m/s)

$g$  : és la velocitat de la gravetat (9,8 m/s)

$d$  : és el diàmetre de la canonada (en metres)

Les dades de diàmetre i longitud les hem pres en el moment de fer l'auditoria. La velocitat són els 2,5 metres per segon que hem marcat com a velocitat òptima. El valor de la velocitat de la gravetat és universal, si bé varia algunes dècimes en funció de l'alçada on ens trobem. Habitualment s'agafen els 9,8 m/s com a valor estendard. El coeficient de fricció depèn de la canonada en la que circulem. Com ja hem dit en altres parts del treball, en indústria alimentària s'utilitzen canonades d'acer inoxidable que té un coeficient de fricció de 0,0016 per a velocitats de 2,5 m/s.

Hi ha diferents maneres de calcular les pèrdues de càrrega singulars, en el cas que ens ocupa les hem considerat de un 30% de les lineals per circuits simples. En circuits complexes, és a dir on els fluids passen per l'interior d'elements com poden ser Desnatadores, Higienitzadores o intercanviadors de plaques, les hem considerat un 40% de les lineals.

Finalment, només ens cal mesurar els metres d'alçada a la que hem d'enviar el fluid. Sumant el valor de les pèrdues de càrrega lineals, més el de les singulars, més l'alçada, aconseguim com a resultat les pèrdues de càrrega totals. D'aquesta manera ja sabem la pressió necessària per fer circular els detergents per l'interior de les canonades de la indústria i realitzar-ne adequadament la neteja.

En el cas d'un dipòsit els passos a realitzar són exactament els mateixos. En primer lloc hem de calcular el cabal necessari per netejar aquell dipòsit. Si fem memòria, aquesta es realitzava a partir de l'aplicació a cabal constant dels productes detergents mitjançant boles de neteja de baixa pressió. Doncs bé, el cabal requerit per realitzar la neteja en un dipòsit ens ve donat per la següent fórmula:

$$Q_{\text{requerit}} = 2\pi \cdot r \cdot 1,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

On  $r$  és el radi del dipòsit.

Si la bola de neteja té una projecció de 360° caldrà multiplicar el cabal obtingut per 2. Si la bola té una projecció de 180°, el cabal obtingut es multiplicarà per 1,3.

El cabal obtingut després de realitzar aquestes multiplicacions, és el cabal mínim que necessita el dipòsit per ser netejat. A partir de la geometria i dels elements interiors que tingui el dipòsit (agitadors, nivells fluids, etc) escollirem unes boles de neteja o unes altres\*. La suma dels cabals que necessiten les boles per funcionar correctament ens donarà com a resultat el cabal que haurà de tenir la bomba que instal·larem en el sistema CIP per realitzar la neteja d'aquests elements.

El càlcul de les pèrdues de càrrega es realitza de la mateixa manera que en el cas dels circuits. En aquell cas partim d'una velocitat condicionada per un nombre de Reynolds concret. En aquest cas partim del cabal que acabem d'obtenir i d'un diàmetre de canonada que ens sembli adequat, que seran 80mm. En casos en que amb aquesta canonada les pèrdues de càrrega ens han sortit molt grans hem ampliat el diàmetre fins a 100 mm, aconseguint així disminuir la velocitat del fluid i també les pèrdues de càrrega. Com veurem, en els dipòsits i circuits més allunyats del sistema CIP ens hem vist obligats a utilitzar aquest tipus de canonades.

En dipòsits, per conèixer la pressió que haurà de tenir la bomba haurem de sumar a les pèrdues de càrrega, la pressió requerida per les boles de neteja per al seu bon funcionament.

Realitzant aquests càlculs per cada un dels elements que hem enumerat anteriorment, hem aconseguit els resultats que mostrem en la següent taula:

**Taula 16 : Cabal i Pressió necessaris per la neteja de cada un dels elements de la planta**

ELEMENT	Nº	Cabal (m³/h)	Pressió (m.c.a.)	Longitud (m)	Diàmetre Canonada(mm)	Cabal requerit en dipòsits (m³/h)	Boles de neteja
<b>Cisterna 1</b>	1	45	37,14	40	80		
<b>Cisterna 2</b>	2	45	37,14	40	80		
<b>Cisterna 3</b>	3	45	37,14	40	80		
<b>Cisterna 4</b>	4	45	37,14	40	80		
<b>Cisterna 5</b>	5	45	37,14	40	80		
<b>Cisterna 6</b>	6	45	37,14	40	80		
<b>Cisterna 7</b>	7	45	37,14	40	80		
<b>Cisterna 8</b>	8	45	37,14	40	80		

\*Annex 1: Catàleg de les Boles de Neteja de Diversey.

<b>Cisterna 9</b>	9	45	37,14	40	80		
<b>Cisterna 10</b>	10	45	37,14	40	80		
<b>Cisterna 11</b>	11	45	37,14	40	80		
<b>Cisterna 12</b>	12	45	37,14	40	80		
<b>Cisterna 13</b>	13	45	37,14	40	80		
<b>Cisterna 14</b>	14	45	37,14	40	80		
<b>Cisterna 15</b>	15	45	37,14	40	80		
<b>Cisterna 16</b>	16	45	37,14	40	80		
<b>Cisterna 17</b>	17	45	37,14	40	80		
<b>Cisterna 18</b>	18	45	37,14	40	80		
<b>Cisterna 19</b>	19	45	37,14	40	80		
<b>Cisterna 20</b>	20	45	37,14	40	80		
<b>Cisterna 21</b>	21	45	37,14	40	80		
<b>Cisterna 22</b>	22	45	37,14	40	80		
<b>Cisterna 23</b>	23	45	37,14	40	80		
<b>Cisterna 24</b>	24	45	37,14	40	80		
<b>Cisterna 25</b>	25	45	37,14	40	80		
<b>Circuit Refrigerador 1</b>	26	52,1	31,69	140	100		
<b>Circuit Refrigerador 2</b>	27	52,1	31,69	140	100		
<b>Silo 1</b>	28	56	48,37	20	80	36,76	1 Bola GCS (48m <sup>3</sup> /h) + 1 LC (8m <sup>3</sup> /h)
<b>Silo 2</b>	29	56	54,32	25	80	36,76	1 Bola GCS (48m <sup>3</sup> /h) + 1 LC (8m <sup>3</sup> /h)
<b>Silo 3</b>	30	56	42,06	30	80	29,4	2 Boles SCS (24m <sup>3</sup> /h) + 1 LC (8m <sup>3</sup> /h)
<b>Silo 4</b>	31	56	42,06	30	80	29,4	2 Boles SCS (24m <sup>3</sup> /h) + 1 LC (8m <sup>3</sup> /h)
<b>Silo 5</b>	32	56	61,03	45	80	29,4	2 Boles SCS (24m <sup>3</sup> /h) + 1 LC (8m <sup>3</sup> /h)
<b>Silo 6</b>	33	56	61,03	45	80	29,4	2 Boles SCS (24m <sup>3</sup> /h) + 1 LC (8m <sup>3</sup> /h)
<b>Circuit Silos</b>	34	40,5	50,38	130	80		
<b>Circuit Liquiverter B</b>	35	40,5	32,93	80	80		
<b>Circuit Higienitzadora</b>	36	40,5	34,67	85	80		
<b>Circuit Desnatadora</b>	37	40,5	50,38	130	80		
<b>Circuit Brik</b>	38	40,5	24,2	55	80		
<b>Circuit Concentrador</b>	39	40,5	50,38	130	80		
<b>Liquiverter B</b>	40	12	6	40	80	11,3	1 Bola JC (12m <sup>3</sup> /h)
<b>Circuit Liquiverter B-Silos</b>	41	40,5	32,93	80	80		
<b>Pulmó del Termitzador</b>	42	32	38,65	70	80	22,64	1 Bola SCS (24m <sup>3</sup> /h) + 1 LC (8 m <sup>3</sup> /h)
<b>Circuit Pulmó - Termitza-silos</b>	43	40,5	42,59	100	80		

<b>Circuit Pasteur. Nata-dipòsit</b>	44	40,5	50,38	130	80		
<b>Madurador 1</b>	45	32	38,65	70	80	22,64	1 Bola SCS (24m <sup>3</sup> /h) + 1 LC (8 m <sup>3</sup> /h)
<b>Madurador 2</b>	46	32	31,17	50	80	21,31	1 Bola SCS (24m <sup>3</sup> /h) + 1 LC (8 m <sup>3</sup> /h)
<b>Madurador 3</b>	47	32	31,17	50	80	21,31	1 Bola SCS (24m <sup>3</sup> /h) + 1 LC (8 m <sup>3</sup> /h)
<b>Madurador 4</b>	48	16	26	50	80	11,02	2 Boles LC (8m <sup>3</sup> /h)
<b>Madurador 5</b>	49	16	26	50	80	11,02	2 Boles LC (8m <sup>3</sup> /h)
<b>Circuit Expedició Nata</b>	50	40,5	57,36	150	80		
<b>Circuit entrada Brik</b>	51	40,5	60,85	160	80		
<b>Brik 1</b>	52	56	44,8	80	100	29,4	2 Boles SCS (24m <sup>3</sup> /h) + 1 LC (8m <sup>3</sup> /h)
<b>Brik 2</b>	53	56	44,8	80	100	29,4	2 Boles SCS (24m <sup>3</sup> /h) + 1 LC (8m <sup>3</sup> /h)
<b>Brik 3</b>	54	56	44,8	80	100	29,4	2 Boles SCS (24m <sup>3</sup> /h) + 1 LC (8m <sup>3</sup> /h)
<b>Brik 4</b>	55	56	44,8	80	100	29,4	2 Boles SCS (24m <sup>3</sup> /h) + 1 LC (8m <sup>3</sup> /h)
<b>Brik 5</b>	56	32	38	60	80	22	1 Boles SCS (24m <sup>3</sup> /h) + 1 LC (8m <sup>3</sup> /h)
<b>Brik 6</b>	57	32	38	60	80	22	1 Boles SCS (24m <sup>3</sup> /h) + 1 LC (8m <sup>3</sup> /h)
<b>Brik 7</b>	58	32	38	60	80	22	1 Boles SCS (24m <sup>3</sup> /h) + 1 LC (8m <sup>3</sup> /h)
<b>Circuit sortid Brik 1 a mult.</b>	59	40,5	60,85	160	80		
<b>Circuit sortid Brik 2 a mult.</b>	60	40,5	60,85	160	80		
<b>Circuit sortid Brik 3 a mult.</b>	61	40,5	60,85	160	80		
<b>Circuit sortid Brik 4 a mult.</b>	62	40,5	60,85	160	80		
<b>Circuit sortid Brik 5 a mult.</b>	63	40,5	60,85	160	80		
<b>Circuit sortid Brik 6 a mult.</b>	64	40,5	60,85	160	80		
<b>Circuit sortid Brik 7 a mult.</b>	65	40,5	60,85	160	80		
<b>Circuit Brik 7 a Liquiverter A</b>	66	40,5	36,41	90	80		
<b>Circuit m.e.Brik a Silos</b>	67	40,5	24,2	55	80		
<b>Circuit m.s. Brik a Mescles</b>	68	40,5	39,91	100	80		
<b>Circuit m.s. Brik a Silos</b>	69	40,5	54,09	150	80		
<b>Circuit m.s. Brik a Vtis 1</b>	70	40,5	28,9	176	100		
<b>Circuit m.s. Brik a Vtis 2</b>	71	40,5	28,9	176	100		
<b>Circuit m.s. Brik a Vtis 3</b>	72	51,8	28,9	176	100		
<b>Dipòsit Pre-mescles B</b>	73	32	38	60	80	22	1 Boles SCS (24m <sup>3</sup> /h) + 1 LC (8m <sup>3</sup> /h)



<b>Dipòsit Pre-mescles C</b>	74	32	38	60	80	22	1 Boles SCS (24m <sup>3</sup> /h) + 1 LC (8m <sup>3</sup> /h)
<b>Circuit Pre-mescles-Liq. A</b>	75	40,5	46,89	120	80		
<b>Liquiverter A</b>	76	12	6	40	80	11,3	1 Bola JC (12m <sup>3</sup> /h)
<b>Circuit Liq.A a Pre-mescles</b>	77	40,5	46,89	120	80		
<b>Circuit Liq.A a Brik 7</b>	78	40,5	36,41	90	80		
<b>Circuit entrada Mescles 1</b>	79	40,5	53,87	140	80		
<b>Circuit entrada Mescles 2</b>	80	40,5	53,87	140	80		
<b>Mescles 1</b>	81	15	24,19	76	80	14,7	1 Bola JC (15m <sup>3</sup> /h)
<b>Mescles 2</b>	82	15	24,19	76	80	14,7	1 Bola JC (15m <sup>3</sup> /h)
<b>Circuit sortida Mescles 1 Brik</b>	83	40,5	39,91	100	80		
<b>Circuit sortida Mescles 2 Brik</b>	84	40,5	39,91	100	80		
<b>Vtis 1</b>	85	40,5	42,59	100	80		
<b>Vtis 2</b>	86	40,5	42,59	100	80		
<b>Vtis 3</b>	87	40,5	42,59	100	80		
<b>Dipòsit Asèptic 1</b>	88	24	40,63	70	80	21,31	1 Bola SCS (24m <sup>3</sup> /h)
<b>Dipòsit Asèptic 2</b>	89	24	40,63	70	80	21,31	1 Bola SCS (24m <sup>3</sup> /h)
<b>Dipòsit Asèptic 3</b>	90	24	40,63	70	80	21,31	1 Bola SCS (24m <sup>3</sup> /h)
<b>Circuit Omplidores As.1</b>	91	40,5	35,82	190	100		
<b>Circuit Omplidores As.2</b>	92	40,5	35,82	190	100		
<b>Circuit Omplidores As.3</b>	93	40,5	35,82	190	100		

Font : elaboració pròpia

Un cop som coneixedors de les necessitats hidràuliques de cada un dels elements cal que ajuntem aquells elements que, per qüestions de producció, es poden netejar alhora com si es tractés d'un únic element. Cal doncs que determinem els Objectes de neteja. En realitzar aquest pas, coneixent la distribució dels elements dins de la planta, ja podem saber quants metres de canonada s'hauran d'instal·lar, com també quantes vàlvules i elements de camp per fer funcionar automàticament la neteja.

En apartats anteriors del treball, quan parlàvem de la maquinària necessària per realitzar els processos de fabricació d'una indústria làctica, vam establir uns temps òptims de neteja per cada fase de la neteja de cada un dels equips. Ara és el moment de refrescar-los, ja que ens seran d'utilitat de cara als següents càlculs.

Seguidament enumerem els objectes de neteja que hem establert i explicarem, si és el cas, quins materials hem hagut d'afegir per tal de poder-los netejar adequadament.

1. (1-25) Cada una de les Cisternes de transport de llet és un objecte de neteja, és a dir que d'entrada en tenim 25. Per realitzar-ne la neteja aprofitem la impulsió i el retorn de CIP que ja tenien a planta a la zona de cisternes. No és necessari realitzar modificacions.
26. Refrigerador 1: la impulsió de CIP en aquest objecte es realitza a partir de la mateixa impulsió CIP de la que disposem a la zona de Cisternes. El circuit acaba en el Multivies d'entrada a Silos on per tant hem d'instal·lar una canonada de retorn CIP.
27. Refrigerador 2: la impulsió de CIP en aquest objecte es realitza a partir de la mateixa impulsió CIP de la que disposem a la zona de Cisternes. El circuit acaba en el Multivies d'entrada a Silos on per tant hem d'instal·lar una canonada de retorn CIP.
28. (28-33) Dipòsits d'emmagatzemament Primari (Silos): cada un d'ells es considera un objecte de neteja. En cada un dels Multivies individuals dels 6 Silos disposem d'una canonada d'impulsió CIP. De la mateixa manera disposem d'un retorn de CIP dotat d'una única bomba que ens servirà per buidar els dipòsits i retornar les solucions al sistema CIP. Això vol dir que no es poden netejar dos Silos alhora. No és necessari realitzar modificacions, ja que aquestes canonades ja existeixen.
34. Circuit d'entrada i sortida de Silos: es considera un únic objecte de neteja. Per poder formar aquest circuit és necessari fabricar uns colzes d'Acer Inoxidable especials que permetin unir tots els Silos en els Multivies d'entrada i de sortida de Silos.
35. Circuit de Liquiverter B- Liquiverter B- Circuit Liquiverter B a Silos: aquests tres elements han estat units en un sol objecte de neteja. Es tracta d'un únic circuit que comença al Multivies de Sortida de Silos, passa pel Liquiverter B i acaba al Multivies d'Entrada a Silos. En el primer Multivies de sortida de Silos hi hem hagut d'instal·lar una Impulsió CIP i en el de Brik un retorn de CIP.
36. Circuit Higienitzadora: aquest objecte inicia la seva neteja en el Multivies de Sortida de Silos, i acaba en el Multivies del dipòsit Pulmó del Termitzador, on hem hagut d'instal·lar un retorn de CIP.

37. Circuit Desnatadora: aquest circuit que passa per les Desnatadores desemboca a tres punts diferents, el primer és el Multivies d'entrada de Silos on ja hem instal·lat un retorn de CIP anteriorment. El segon és el Multivies d'entrada als dipòsits Pre-mescles, on hem d'instal·lar un retorn CIP. El tercer és el Multivies d'entrada als dipòsits Brik, on també hem d'instal·lar un retorn CIP.
38. Circuit Brik – Circuit del Multivies d'entrada a Brik fins al Multivies d'entrada a Silos: aquests dos circuits s'han convertit en un únic objecte. Per realitzar-ne la neteja no hem hagut d'afegir impulsions ni retorns que no hàgim afegit ja.
39. Circuit Concentrador: per netejar aquest objecte hem hagut de crear un retorn CIP en el punt d'ubicació del concentrador.
40. Dipòsit pulmó del Termitzador - Circuit Pulmó a Termitzador a Multivies d'entrada a Silos: aquests dos elements s'han convertit en un únic objecte de neteja ja que el sistema productiu ens ho permet. Disposem d'una impulsió de CIP en el Multivies d'entrada al Pulmó. La bomba de descàrrega del dipòsit enviarà les solucions detergents pel circuit productiu fins arribar al Multivies d'entrada de Silos on ja disposem d'un retorn de CIP. No és necessari canviar la bomba de descàrrega de pulmó, ja que l'actual ja té suficient capacitat.
41. Circuit del Pasteuritzador de nata als Dipòsits de Nata: aquest circuit és considerat com un únic objecte de neteja. Per poder-lo netejar hem hagut de crear una impulsió de CIP en el BTD (petit dipòsit d'uns 100L que s'ubica just abans del Pasteuritzador) i hem hagut de modificar la bomba d'aquest per tal de garantir el cabal i pressió requerits. Pel retorn de CIP utilitzem una de les canonades de retorn que ja tenien instal·lades a planta.
42. (42-46) Dipòsits de Nata: cada un dels 5 dipòsits es considera un objecte. En l'actualitat cada un ja disposava d'una impulsió CIP i d'un retorn CIP, així doncs només ha calgut connectar-los al nostre sistema.
47. Circuit d'expedició de Nata: aquest circuit és considerat un únic objecte. S'aprofita la canonada d'impulsió CIP dels dipòsits de nata. És necessari crear un retorn de CIP en el punt on acaba el circuit, és a dir el lloc de càrrega de les Cisternes de Nata.
48. Circuit d'entrada a Brik: aquest és un objecte que requereix una impulsió CIP en el Multivies del dipòsit Brik nº 4 i un retorn de CIP en el Multivies del dipòsit Brik nº 7. Aquesta impulsió i aquest retorn són existents en la planta actualment.
49. (49-54) Dipòsit Brik nº1 – Circuit sortida Brik nº1: aquest dipòsit i aquest circuit s'han ajuntat per fer un únic objecte de neteja. Aquest procés l'hem realitzat amb cada un dels dipòsits Brik i amb el seu corresponent circuit de buidat. Les canonades d'impulsió i retorn ja existien a planta, no obstant hem hagut de modificar les bombes de producció de cada un dels Dipòsits Brik, ja que cap d'elles tenia ni el cabal ni la pressió requerides.

55. Dipòsit Brik nº7 – Circuit sortida Brik nº7 – Circuit Brik nº 7 a Liquiverter A: aquests tres elements els hem unit en un únic objecte de neteja, ja que la producció ens ho permetia. Per aconseguir-ho hem hagut d'instal·lar un retorn CIP en el Multivies del Liquiverter A.
56. Circuit Multivies sortida de Brik a Mescles – Circuit entrada Mescles 1 – Circuit Mescles 2: d'aquests tres elements hem fet un objecte de neteja. Productivament als dos Dipòsits de Mescles només hi pot arribar llet des dels dipòsits Brik, així doncs hem cregut convenient unir en un de sol aquests tres circuits. Per aconseguir-ho hem hagut de modifica el Multivies de Liquiverters, per permetre l'accés de les solucions detergents al circuit del Dipòsit Mescles 1 i del Dipòsit Mescles 2 alhora.
57. Circuit Multivies sortida de Brik al Multivies d'entrada a Silos: es tracta d'un únic objecte que, per realitzar la neteja del qual, no hem hagut d'instal·lar cap canonada nova.
58. (58-60) Circuit Multivies sortida Brik a VTIS 1 – VTIS 1: aquests dos elements els hem ajuntat en un sol objecte, i hem realitzat la mateixa operació amb els dos VTIS restants. Per aconseguir-ho hem hagut d'instal·lar una impulsió CIP en el Multivies de sortida de Brik i un retorn CIP en cada una de les canonades que introdueix la llet en els Dipòsits Asèptics.
61. (61-62) Dipòsit Pre-mescles B: aquest objecte es neteja de forma individual. Per realitzar-ne la neteja no hem hagut de fer cap modificació ja que aquest i els Dipòsit Pre-mescles C (objecte 62) disposen d'una impulsió CIP i d'un retorn CIP, la bomba del qual és l'adequada per realitzar-ne el buidat.
63. Circuit Pre-mescles Liquiverter A- Liquiverter A – Circuit Liquiverter A a Pre-mescles: aquests tres element s'han convertit en un únic objecte de neteja. Per fer-ho hem aprofitat la impulsió i el retorn ja existents a planta.
64. Circuit Liquiverter A a Dipòsit Brik nº7: per realitzar la neteja d'aquest objecte hem hagut d'afegir un retorn CIP en el Dipòsit Brik nº 7 i connectar la impulsió de CIP existent en el Multivies del Liquiverter A al nostre sistema CIP.
65. (65-66) Dipòsits Mescles 1 – Circuit sortida Dipòsit Mescles 1: per realitzar la neteja d'aquest objecte només ha fet falta connectar la impulsió i el retorn CIP al nostre sistema CIP de neteja. Hem realitzat el mateix amb el Dipòsit Mescles 2, que representa l'objecte 66.
67. (67-69) Dipòsit Asèptic 1: cada un dels Dipòsits Asèptics disposava d'una canonada d'impulsió CIP i d'una canonada de retorn CIP, així doncs només hem hagut de connectar-les al nostre sistema CIP. Els altres dos Dipòsits Asèptics representen els objectes 68 i 69.
70. Circuit de Dipòsit Asèptic 1 a Omplidores: aquest objecte també disposava de les canonades necessàries que hem connectat adientment al nostre sistema. Els dos circuits d'Omplidores restants representen els objectes 71 i 72.

Seguidament adjuntem una taula resum de cada un dels elements i a l'objecte al qual pertanyen. En aquesta taula també hi hem inclòs els temps de neteja dels objectes. Hi ha elements que tenen temps de neteja 0, això és degut a que el seu temps de neteja ja s'ha inclòs en l'altre element amb el que formen un objecte.

Taula 17 : Cabal i Pressió necessaris per la neteja de cada un dels elements de la planta

ELEMENT	Objecte de neteja	Temps de neteja (min)
Cisterna 1	1	41
Cisterna 2	2	41
Cisterna 3	3	41
Cisterna 4	4	41
Cisterna 5	5	41
Cisterna 6	6	41
Cisterna 7	7	41
Cisterna 8	8	41
Cisterna 9	9	41
Cisterna 10	10	41
Cisterna 11	11	41
Cisterna 12	12	41
Cisterna 13	13	41
Cisterna 14	14	41
Cisterna 15	15	41
Cisterna 16	16	41
Cisterna 17	17	41
Cisterna 18	18	41
Cisterna 19	19	41
Cisterna 20	20	41
Cisterna 21	21	41
Cisterna 22	22	41
Cisterna 23	23	41
Cisterna 24	24	41
Cisterna 25	25	41
Circuit Refrigerador 1	26	41
Circuit Refrigerador 2	27	41
Silo 1	28	75
Silo 2	29	75
Silo 3	30	75
Silo 4	31	75
Silo 5	32	75
Silo 6	33	75
Circuit Silos	34	41
Circuit Liquiverter B	35	41
Liquiverter B	35	0
Circuit Liquiverter B-Silos	35	0

<b>Circuit Higienitzadora</b>	36	41
<b>Circuit Desnatadora</b>	37	41
<b>Circuit Brik</b>	38	41
<b>Circuit m.e.Brik a Silos</b>	38	0
<b>Circuit Concentrador</b>	39	41
<b>Pulmó del Termitzador</b>	40	41
<b>Circuit Pulmó -Termitza-silos</b>	40	0
<b>Circuit Pasteur. Nata-dipòsit</b>	41	60
<b>Madurador 1</b>	42	120
<b>Madurador 2</b>	43	120
<b>Madurador 3</b>	44	120
<b>Madurador 4</b>	45	120
<b>Madurador 5</b>	46	120
<b>Circuit Expedició Nata</b>	47	60
<b>Circuit entrada Brik</b>	48	41
<b>Brik 1</b>	49	75
<b>Circuit sortid Brik 1 a mult.</b>	49	0
<b>Brik 2</b>	50	75
<b>Circuit sortid Brik 2 a mult.</b>	50	0
<b>Brik 3</b>	51	75
<b>Circuit sortid Brik 3 a mult.</b>	51	0
<b>Brik 4</b>	52	75
<b>Circuit sortid Brik 4 a mult.</b>	52	0
<b>Brik 5</b>	53	75
<b>Circuit sortid Brik 5 a mult.</b>	53	0
<b>Brik 6</b>	54	75
<b>Circuit sortid Brik 6 a mult.</b>	54	0
<b>Brik 7</b>	55	75
<b>Circuit sortid Brik 7 a mult.</b>	55	0
<b>Circuit Brik 7 a Liquiverter A</b>	55	0
<b>Circuit m.s. Brik a Mescles</b>	56	41
<b>Circuit entrada Mescles 1</b>	56	0
<b>Circuit entrada Mescles 2</b>	56	0
<b>Circuit m.s. Brik a Silos</b>	57	41
<b>Circuit m.s. Brik a Vtis 1</b>	58	0
<b>Vtis 1</b>	58	105
<b>Circuit m.s. Brik a Vtis 2</b>	59	0
<b>Vtis 2</b>	59	105
<b>Circuit m.s. Brik a Vtis 3</b>	60	0
<b>Vtis 3</b>	60	105
<b>Dipòsit Pre-mescles B</b>	61	75
<b>Dipòsit Pre-mescles C</b>	62	75
<b>Circuit Pre-mescles-Liq. A</b>	63	41
<b>Liquiverter A</b>	63	0
<b>Circuit Liq.A a Pre-mescles</b>	63	0

<b>Circuit Liq.A a Brik 7</b>	64	41
<b>Mescles 1</b>	65	75
<b>Circuit sortida Mescles 1 Brik</b>	65	0
<b>Mescles 2</b>	66	75
<b>Circuit sortida Mescles 2 Brik</b>	66	0
<b>Dipòsit Asèptic 1</b>	67	75
<b>Dipòsit Asèptic 2</b>	68	75
<b>Dipòsit Asèptic 3</b>	69	75
<b>Circuit Omplidores As.1</b>	70	41
<b>Circuit Omplidores As.2</b>	71	41
<b>Circuit Omplidores As.3</b>	72	41

Font: elaboració pròpia

Si féssim una suma del temps que necessitem per netejar tots els objectes de la planta veuríem que ens surt un valor de 4257 minuts, és a dir unes 70 hores, que són 2.95 dies.

És evident que no es pot tardar gairebé tres dies en netejar tota una indústria alimentaria.

Com a norma general quan pensem en un sistema CIP ens imaginem que dels dipòsits de solucions detergents surt una canonada que alimenta una sèrie d'objectes i des dels objectes aquesta retorna fins al sistema on es realitza l'aprofitament de solucions detergents.

Doncs bé, si des dels dipòsits de solucions detergents fem sortir 2 canonades de impulsíó, aconseguirem netejar el mateix nombre d'elements però en la meitat de temps, ja que en podrem netejar dos alhora.

Per anar bé, és convenient que totes les neteges es puguin realitzar en un temps màxim de poc més de mig dia, és a dir unes 15 hores. Si dividim el temps total aconseguit entre 15 hores ens donarà el nombre de canonades que necessitem, que a partir d'ara anomenarem Línies de neteja.

$$n^{\circ} \text{ línies} = \frac{\text{temps total de neteja}}{\text{temps esperat}}$$

$$n^{\circ} \text{ línies} = \frac{70.95}{15} = 4.73 \cong 5 \text{ línies}$$

Si instal·lem 5 línies de neteja, en poc més de 14 hores podem tenir tota la indústria neta.

Aquest fet té diverses implicacions. D'entrada tots els objectes que tenen la impulsíó CIP en una línia han de tenir el retorn a la mateixa línia. Sobre el paper sembla molt fàcil, però un cop dins de la indústria et pot obligar a haver d'instal·lar bastants metres de canonada només per un circuit productiu, dels 15 o 20 que estan junts en una zona, perquè comença en un punt de la planta i acaba a 200 metres del punt inicial.

Cal tenir en compte a més que, si per exemple, en el Multivies de Sortida de Silos hi instal·lem una canonada d'impulsió de CIP de la línia 1, tots els objectes que tinguin inici en aquesta impulsio seran netejats amb la línia 1 i hauran de tenir tots el retorn a aquesta mateixa línia. Això vol dir que hi haurà línies que tindran més objectes a netejar que d'altres.

En les següents taules hem distribuït tots els objectes de neteja obtinguts anteriorment entre les 5 línies que hem d'instal·lar.

Taula 18: elements compresos en la Línia 1

LÍNIA 1			
ELEMENT	Objecte de neteja	Línia de neteja	Temps de neteja (min)
Cisterna 1	1	1	41
Cisterna 2	2	1	41
Cisterna 3	3	1	41
Cisterna 4	4	1	41
Cisterna 5	5	1	41
Cisterna 6	6	1	41
Cisterna 7	7	1	41
Cisterna 8	8	1	41
Cisterna 9	9	1	41
Cisterna 10	10	1	41
Cisterna 11	11	1	41
Cisterna 12	12	1	41
Cisterna 13	13	1	41
Cisterna 14	14	1	41
Cisterna 15	15	1	41
Cisterna 16	16	1	41
Cisterna 17	17	1	41
Cisterna 18	18	1	41
Cisterna 19	19	1	41
Cisterna 20	20	1	41
Cisterna 21	21	1	41
Cisterna 22	22	1	41
Cisterna 23	23	1	41
Cisterna 24	24	1	41
Cisterna 25	25	1	41
Circuit Refrigerador 1	26	1	41
Circuit Refrigerador 2	27	1	41
Font: elaboració pròpia	Temps de neteja:	18,45 h	



Taula 19: elements compresos en la Línia 2

LÍNIA 2			
ELEMENT	Objecte de neteja	Línia de neteja	Temps de neteja (min)
Silo 1	28	2	75
Silo 2	29	2	75
Silo 3	30	2	75
Silo 4	31	2	75
Silo 5	32	2	75
Silo 6	33	2	75
Circuit Silos	34	2	41
Mescles 1	65	2	75
Circuit sortida Mescles 1 Brik	65	2	0
Mescles 2	66	2	75
Circuit sortida Mescles 2 Brik	66	2	0
Font: elaboració pròpia		Temps de neteja:	10,68 h

Taula 20: elements compresos en la Línia 3

LÍNIA 3			
Circuit Liquiverter B	35	3	41
Liquiverter B	35	3	0
Circuit Liquiverter B-Silos	35	3	0
Circuit Higienitzadora	36	3	41
Circuit Desnatadora	37	3	41
Circuit Brik	38	3	41
Circuit m.e.Brik a Silos	38	3	0
Circuit Concentrador	39	3	41
Pulmó del Termitzador	40	3	41
Circuit Pulmó -Termitza-silos	40	3	0
Circuit entrada Brik	48	3	41
Brik 1	49	3	75
Circuit sortid Brik 1 a mult.	49	3	0
Brik 2	50	3	75
Circuit sortid Brik 2 a mult.	50	3	0
Brik 3	51	3	75
Circuit sortid Brik 3 a mult.	51	3	0
Brik 4	52	3	75
Circuit sortid Brik 4 a mult.	52	3	0
Brik 5	53	3	75
Circuit sortid Brik 5 a mult.	53	3	0
Brik 6	54	3	75
Circuit sortid Brik 6 a mult.	54	3	0
Brik 7	55	3	75
Circuit sortid Brik 7 a mult.	55	3	0
Circuit Brik 7 a Liquiverter A	55	3	0
Circuit m.s. Brik a Mescles	56	3	41
Circuit entrada Mescles 1	56	3	0
Circuit entrada Mescles 2	56	3	0
Circuit m.s. Brik a Silos	57	3	41
Font: elaboració pròpia		Temps de neteja:	14.90 h

Taula 21: elements compresos en la Línia 4

LÍNIA 4			
Circuit Pasteur. Nata-dipòsit	41	4	60
Madurador 1	42	4	120
Madurador 2	43	4	120
Madurador 3	44	4	120
Madurador 4	45	4	120
Madurador 5	46	4	120
Circuit Expedició Nata	47	4	60
Dipòsit Pre-mescles B	61	4	75
Dipòsit Pre-mescles C	62	4	75
Circuit Pre-mescles-Liq. A	63	4	41
Liquiverter A	63	4	0
Circuit Liq.A a Pre-mescles	63	4	0
Circuit Liq.A a Brik 7	64	4	41
Font: elaboració pròpia	Temps de neteja:		15.86 h

Taula 22: elements compresos en la Línia 5

LÍNIA 5			
Circuit m.s. Brik a Vtis 1	58	5	0
Vtis 1	58	5	105
Circuit m.s. Brik a Vtis 2	59	5	0
Vtis 2	59	5	105
Circuit m.s. Brik a Vtis 3	60	5	0
Vtis 3	60	5	105
Dipòsit Asèptic 1	67	5	75
Dipòsit Asèptic 2	68	5	75
Dipòsit Asèptic 3	69	5	75
Circuit Omplidores As.1	70	5	41
Circuit Omplidores As.2	71	5	41
Circuit Omplidores As.3	72	5	41
Font: elaboració pròpia	Temps de neteja:		11.05 h

Al final de cada una de les taules elaborades, hem indicat el temps total que tardaríem en netejar tots els elements d'una línia. Com podem veure, només en el cas de la línia 1 superem el límit de les 15 hores, no obstant es tracta de Cisternes que van arribant al llarg de les 24 hores del dia, per tant no és un temps de neteja preocupant.

Per altra banda, el concepte de introduir línies de neteja, ens obliga a introduir un nou concepte. Si posem en funcionament les cinc línies a la vegada per netejar cinc circuits diferents, vol dir que els dipòsits de solució detergent han de tenir prou capacitat per subministrar producte a totes cinc línies. Si enlloc de netejar cinc circuits, estem netejant cinc dipòsits, el volum de solució detergent necessari que han d'emmagatzemar els dipòsits del sistema CIP és molt més gran.

Coneixem per **Volum mort** aquella quantitat de solució detergent que hem de tenir emmagatzemada per abastir tots els objectes de neteja que més cabal requereixen de cada una de les línies.

En el cas que ens ocupa, vol dir que el volum dels dipòsits de detergent serà igual a la suma dels volums morts de les cinc línies que hem dissenyat.

Per trobar el Volum mort de cada línia, hem hagut de calcular el volum de líquid contingut en tot el circuit, des de la sortida del dipòsit de detergent fins que torna a entrar de nou en el dipòsit. Per trobar-lo hem utilitzat la següent fórmula:

$$\text{Volum circuit} = \pi \cdot r^2 \cdot L$$

On  $r$  és el radi de la canonada i  $L$  és la longitud del circuit.

Per trobar el Volum mort en neteges de dipòsits de producció, hem previst que fins que no s'hagi omplert un 2% d'aquest, la bomba de buidat o de retorn no es posarà en marxa, per tant calculant quants litres representa el 2% del volum total del dipòsit, coneixerem el seu volum mort.

Fent aquests dos càlculs amb cada un dels objectes de cada línia hem vist que hi ha dipòsits i circuits que requereixen més volum de solució detergent en reserva. La suma dels volums més grans obtinguts per cada línia ens dona el Volum Mort de cada una d'elles.

La suma dels Volums Morts de totes les línies en dona el Volum que han de tenir els dipòsits d'emmagatzemament de solucions detergents. Els resultats són els següents:

Línia 1: Volum Mort= 1499,56 Litres

Línia 2: Volum Mort= 4653,45 Litres

Línia 3: Volum Mort= 1404,25 Litres

Línia 4: Volum Mort= 1353,98 Litres

Línia 5: Volum Mort= 2092,26 Litres

**Volum Mort total = 8911,24 Litres**

Per assegurar-nos que no es buidin completament els dipòsits, els construirem de 10000 Litres.

Després de la realització de tots aquests càlculs i de la unió dels elements segons la producció en objectes, ja som coneixedors de com haurà de ser tota la instal·lació de canonades del nostre Sistema CIP.

## Dimensionat del sistema CIP

En aquest apartat del treball, enumerarem els productes detergents i els programes de neteja que requerim per tal de realitzar la neteja de tots els elements que hem enumerat anteriorment. Això ens permetrà saber quants dipòsits haurà de tenir la nostra unitat CIP, ja que cada un dels detergents, ja sigui àcid o càustic, requerirà un dipòsit.

S'entén per programa de neteja l'execució de forma encadenada i continuada de les fases necessàries per assegurar la neteja completa dels equips i circuits productius.

Tot seguit s'enumeren els diferents programes de neteja que requereix la nostra indústria làctica:

- 1) **Esbandit bàsic:** és un programa que no es pot considerar de neteja, ja que senzillament s'extreu la capa més superficial de brutícia. S'utilitza en elements que tracten amb llet encara no tractada i que passarà poca estona (1 hora màxim) abans de ser tornats a utilitzar. L' esbandit evita que hi hagi suficient matèria perquè hi hagi creixements microbiològics en un termini de temps curt. Aquest programa s'utilitza per exemple en les cisternes que descarreguen llet i tornen a les granges a buscar-ne més. Consta d'una única etapa, la durada de la qual es regula individualment per cada element:
  - a. Esbandit
- 2) **Càustic :** es tracta d'un programa de neteja en base a producte càustic. És el programa més freqüentat per realitzar la neteja d'objectes d'una indústria alimentària, ja que serveix per tots els casos variant, és clar, els temps de durada específicament per cada objecte. Sovint només s'utilitza aquest programa, això és degut a que només amb un pas càustic s'assoleixen nivells microbiològics molt baixos. Un objecte exemple podria ser un dels Dipòsits d'emmagatzemament primari, un Silo. Consta de les següents etapes, que com en el cas anterior, i per tots els que venen, els temps de durada de cada una d'elles dependrà de l'element que estiguem netejant:
  - a. Esbandit inicial
  - b. Producte Càustic
  - c. Esbandit final
- 3) **Àcid:** es tracta d'un producte de neteja en base àcid. És el més utilitzat per fer neteges complementàries, com podrien ser desincrustacions de calç o d'altres minerals que s'hagin pogut acumular. Normalment els àcids s'utilitzen com a complement en altres programes, no obstant a vegades es poden utilitzar com un pas únic. Programes àcids exclusius s'efectuen per exemple en cisternes. Aquest programa consta de les següents etapes:

- a. Esbandit inicial
  - b. Producte àcid
  - c. Esbandit final
- 4) **Combinat càustic – àcid:** és un programa que combina els dos anteriors. Segurament és el més freqüentat després del programa càustic, això es deu sobretot a la seva practicitat, ja que en un únic programa realitzes la neteja i la desincrustació dels objectes de neteja. És utilitzat molt sovint en circuits on hi hagi intercanviadors de calor, ja que la brutícia i les incrustacions és donen a la vegada i de forma abundant. Consta de les següents etapes:
- a. Esbandit inicial
  - b. Producte càustic
  - c. Esbandit entremig
  - d. Producte àcid
  - e. Esbandit Final
- 5) **Combinat càustic – desinfectant:** es tracta d'un programa de neteja amb un producte càustic que, per objectes especialment rics en càrrega microbiana, és complementat amb un pas de desinfectant. Es freqüenta en indústries làctiques en les zones on es tracta amb nates. No és d'estranyar doncs que els dipòsits de nata i circuits derivats es netegin amb aquest programa. Hi tenen lloc les següents etapes:
- a. Esbandit inicial
  - b. Producte càustic
  - c. Esbandit entremig
  - d. Desinfectant
  - e. Esbandit final

6) **Complet:** és el programa infalible que combina tots els anteriors. En ells es realitzen passos de producte càustic, àcid i finalment desinfectant. Tot i la seva excel·lència no és freqüentat degut a la seva llarga durada. En la nostra indústria làctica utilitzen aquest programa un cop cada dos o tres mesos en la majoria dels dipòsits dels que disposen. Sovint aquest programa també s'anomena 7 passos degut al nombre d'etapes que es realitzen:

- a. Esbandit inicial
- b. Producte càustic
- c. Esbandit segon
- d. Producte àcid
- e. Esbandit tercer
- f. Desinfectant
- g. Esbandit final

Si mirem el que acabem d'exposar, podríem dir que la nostra unitat CIP necessitarà quatre dipòsits, un pel producte càustic, un per l'àcid, un pel desinfectant i un per la recuperació d'aigua d'esbandit. No obstant abans de procedir cal que ens fixem en alguns detalls.

En anteriors apartats d'aquest treball, comentàvem que la concentració de detergent necessària per realitzar la neteja dels diferents objectes depenia del fabricant, ja que ell coneix les possibilitats del seu producte. Doncs bé, en el cas que ens ocupa, tenim objectes de neteja que requereixen de més concentració que altres, és el cas dels UHT i els dipòsits asèptics. A tota la planta estem treballant a una concentració de detergent càustic d'un 1%, mentre que en la zona asèptica, hauríem d'estar treballant a un 2% per cent de concentració. Aparentment és molt poc, però cal ser conscients que estem treballant al doble de concentració.

Les zones asèptiques de la planta són molt delicades a la hora de realitzar la neteja, ja que són objectes estèrils. Això implica que fins hi tot els detergents utilitzats ho siguin, és per això que un detergent utilitzat en la neteja de una cisterna de transport no pot ser utilitzat seguidament en la neteja de un dipòsit asèptic. Els detergents, un cop utilitzats contenen, encara que en quantitats molt petites, restes de microorganismes i brutícia de la neteja dels diferents objectes. És per això que ens veiem obligats, degut a la concentració, i a les zones asèptiques a instal·lar un dipòsit més de detergent càustic.

Per altra banda cal fer una reflexió al respecte del dipòsit de desinfectant. Instal·lar un dipòsit representa una inversió de diners força important. Si tenim en compte que el consum del producte que s'hi emmagatzema és molt petit, aquesta inversió no s'amortitza fins al cap de 8, 10 o fins hi tot més anys. És doncs una inversió que no interessa a les empreses, ni al productor de detergent ni al client. En aquest cas doncs suprimirem el dipòsit de desinfectant i realitzarem la neteja amb aquest producte mitjançant una incorporació directa en línea.

En la majoria dels casos, les indústries alimentàries no disposen de suficient cabal d'aigua de xarxa de subministrament per realitzar els esbandits, és per això que moltes Unitats CIP incorporen un dipòsit d'aigua que actua com a pulmó. Així quan hi ha necessitat de grans quantitats d'aigua, aquesta es troba en el dipòsit, evitant quedar-nos sense subministrament degut a la poca capacitat de la xarxa. Acostumen a ser dipòsits amb la meitat de capacitat que els de detergent, ja que els temps d'esbandit són molt més curts que els de pas de detergent. La nostra indústria làctica no és una excepció, és per això que ens veiem obligats a instal·lar un cinquè dipòsit que servirà com a dipòsit pulmó d'aigua de xarxa.

Així doncs, per tal de poder realitzar totes les neteges de la planta de forma adequada instal·larem 5 dipòsits que seran els següents:

1. Dipòsit pulmó d'aigua de xarxa de 5 m<sup>3</sup>
2. Dipòsit d'aigua recuperada de 10 m<sup>3</sup>
3. Dipòsit de detergent àcid de 10 m<sup>3</sup>
4. Dipòsit de detergent càustic a l' 1% de 10 m<sup>3</sup>
5. Dipòsit de detergent càustic al 2 % de 10 m<sup>3</sup>

Aquests cinc dipòsits incorporen el seu propi sistema de neteja mitjançant boles a baixa pressió. Per realitzar-la, és necessari que aquests estiguin buits i fora d'ús. És recomanable que un cop a trimestre es dugui a terme la neteja de tots els dipòsits.

De cada un dels dipòsits partirà una canonada que comunicarà amb un Manifold de vàlvules neumàtiques automàtiques que permetrà la comunicació dels dipòsits amb les 5 línies de neteja que hem dissenyat.

Cada línia disposa d'una bomba, les característiques de la qual descriurem més endavant, que impulsarà les solucions emmagatzemades en els dipòsits fins als objectes de neteja que hem descrit anteriorment.

El retorn de les solucions implica la construcció d'un Manifold de vàlvules més complexa que el d'impulsió. Això es deu a que aquest ha de donar opció a les solucions de neteja de retornar als dipòsits si té la concentració adequada, o bé d'anar al desaigua si ja no disposa de la concentració necessària.

## Instruments d'automatització i control de la unitat CIP

Fins ara coneixem aquells elements i materials que ens serviran per canalitzar, dirigir i emmagatzemar els detergents, l'aigua recuperada, l'aigua de xarxa, etc, però com podem fer que tot aquest conjunt funcioni de forma automàtica?

La resposta no és fàcil si bé intentarem resoldre-la en aquest apartat del treball.

De moment hem pogut veure que per poder connectar les canonades de sortida dels dipòsits de la unitat CIP amb cada una de les línies necessitàvem un Manifold. Les vàlvules d'aquest són d'accionament neumàtic, és a dir que s'obren i es tanquen gràcies a la força que exerceix l'aire comprimit sobre elles.

Doncs bé, no només els Manifolds requereixen la presència de diverses vàlvules neumàtiques per al seu funcionament de forma automàtica. Cada una de les canonades d'impulsió CIP que hem descrit en anteriors apartats requereix una vàlvula d'accionament neumàtic. La raó és molt simple, i és que aquestes vàlvules determinaran cap a quin objecte volem dirigir els programes de neteja.

Un cop sabem això ens fem una altra pregunta que és, com ho fem per deixar passar o no l'aire comprimit fins la vàlvula neumàtica? doncs mitjançant electrovàlvules, que s'obren o es tanquen segons una senyal elèctrica. Explicat d'aquesta manera podríem pensar que per cada una de les vàlvules neumàtiques de la planta necessitem tirar un cable elèctric que activi cada una de les electrovàlvules. Això implicaria tirar tants cables com vàlvules neumàtiques tenim, el recorregut del qual seria molt variat ja que anem des de l'armari principal elèctric fins a la ubicació de cada una de les vàlvules neumàtiques. Si la instal·lació fos de 10 vàlvules no ens sembla tant exagerat, però per instal·lacions de fins a 1000 vàlvules representa una despesa en cables i mà d'obra extremadament elevada.

És per això que hem de introduir el concepte de Xarxa As-i. Es tracta d'una xarxa a partir de la qual des de un mòdul elèctric especial, podem enviar i rebre senyals elèctriques a elements concrets mitjançant un únic cable.

En el cas que ens ocupa, cada una de les vàlvules neumàtiques està preparada per funcionar amb xarxa As-i, i per tant totes tenen un codi únic que se'ls hi atorga en instal·lar-les. Aquest codi servirà al sistema per identificar-la i accionar-la.

D'aquesta manera, amb un únic cable pots comunicar totes les vàlvules amb un mòdul elèctric As-i que enviarà les senyals elèctriques quan sigui convenient.



Aquest mòdul, com ja hem vist, ens servirà per enviar i rebre senyals codificades per la xarxa As-i, però qui governa aquest mòdul? Qui és el que envia i rep les senyals ja descodificades? El que s'encarrega d'aquestes funcions és el PLC de l'anglès Programmable Logic Controller.

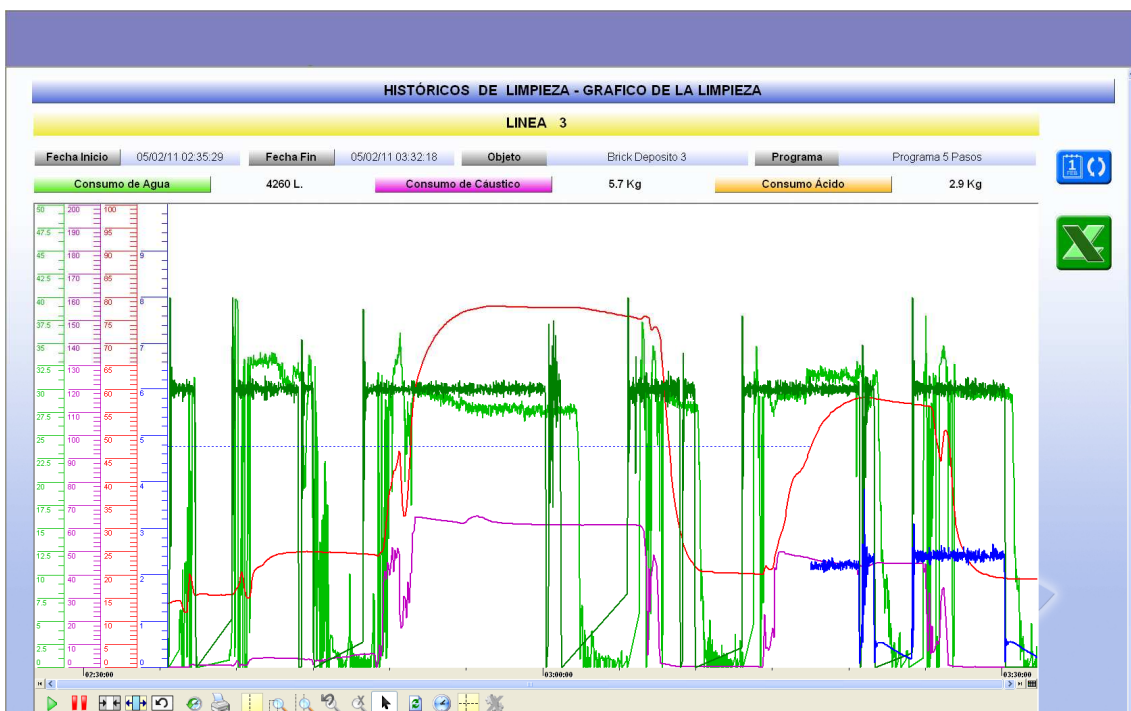
**Imatge 42: Programmable Logic Controller**  
Font: Diversey España, S.L.



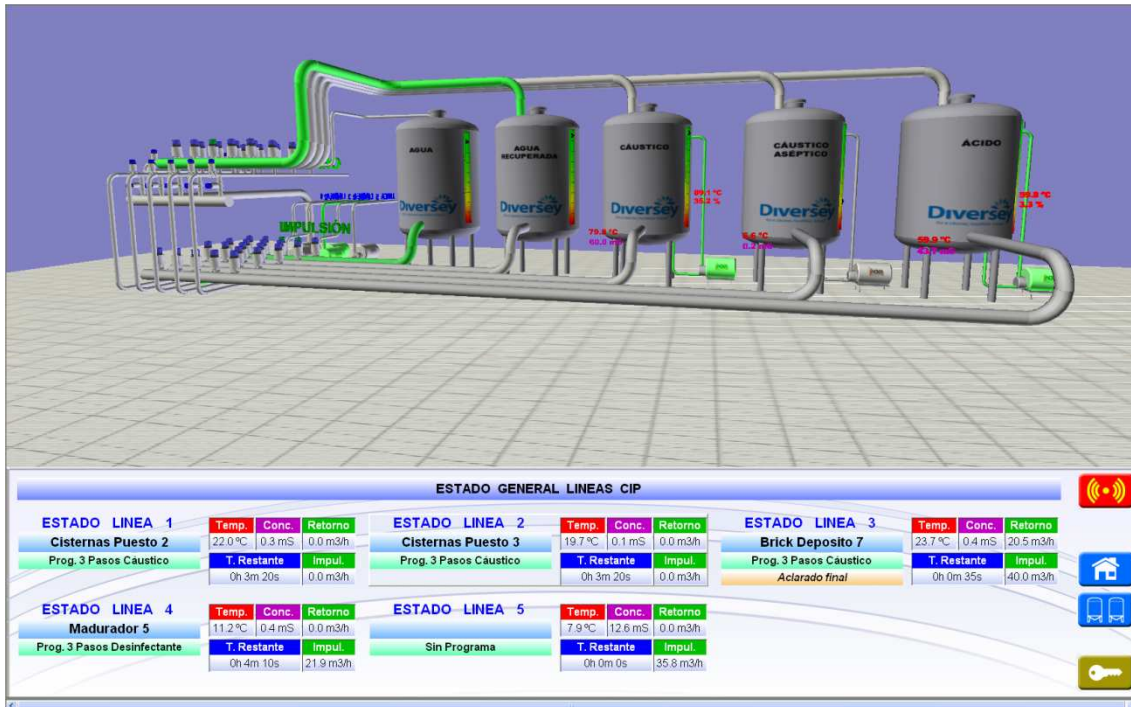
El PLC és l'ànima de la automatització de una unitat CIP. En ell arriben totes les senyals de funcionament de la unitat CIP, i d'ell surten totes les senyals d'activació de vàlvules neumàtiques i bombes. Dins seu conté cada un dels programes de funcionament, com també li consten tots els objectes de neteja, ell és l'encarregat de mostrar-nos, a través d'una pantalla, l'evolució dels processos de neteja, la configuració dels paràmetres i tots aquells factors relacionats amb les neteges i la seva programació.

La pantalla a la qual podem visualitzar totes aquestes dades l'anomenarem Terminal Operador. En ella podrem visualitzar tots els paràmetres referents a les neteges però no els podrem modificar. Per modificar temps de durada de les neteges, o concentració i temperatura dels dipòsits, o qualsevol valor que hi tingui relació, recorrerem al que anomenem SCADA.

L'SCADA és un ordinador dedicat exclusivament al control i registre de cada un dels processos que du a terme la Unitat CIP. A través seu no només podem modificar tots els paràmetres referents a la neteja, sinó que també podem visualitzar gràfiques de processos, veure els consum d'aigua i detergents, i fer estadístiques de consum i d'efectivitat de les neteges. És gràcies a l' SCADA que podem portar un registre acurat de les neteges i tenir així un document fiable amb el qual corroborar o no que s'estan complint les normatives mediambientals més estrictes.



**Imatge 43: Gràfic de neteja d'un programa de 5 passos**  
Font: Diversey España, S.L.



Imatge 44: imatge tridimensional de la unitat CIP visualitzada mitjançant l'SCADA  
Font: Diversey España, S.L.

Però, quines senyals ha de rebre el PLC i quins instruments a més de les vàlvules neumàtiques les capten per tal de poder crear aquest registre a través de l'SCADA?

Cal diferenciar en aquest punt els diferents processos que es duen a terme a la unitat CIP. Per una banda cal mantenir les solucions detergents a la temperatura i concentració de ús, i per una altra banda és necessari poder posar en marxa la neteja quan sigui necessari i fer-ne el seguiment com també una recirculació i retorn adequats.

Comencem doncs pel manteniment de les solucions detergents. Cada un dels dipòsits de la unitat CIP disposarà de tres sensors de nivell:

- LSH: (Level Switch High) corresponent al nivell màxim dels dipòsits
- LSL: (Level Switch Low) corresponent al nivell de recàrrega del dipòsit
- LSL: (Level Switch Low Low) corresponent al nivell mínim del dipòsit

El nivell màxim **LSH** actuarà únicament per aturar el procés de omplert amb detergent nou o bé l' omplert amb detergent recirculat.

El nivell de recàrrega **LSL** activarà el procés de reomplir el dipòsit amb detergent nou, quan, degut al procés de neteja, aquest s'hagi buidat fins a aquest nivell mínim.

El detector de nivell mínim **LSLL**, avisarà de l'absència de producte a l'interior del dipòsit i aturarà el procés de neteja.

S'utilitzaran per l'ocasió transmissors de nivell de tipus magnètic. En trobar-se un fluid entre les pales del transmissor, es trenca el camp magnètic i el sensor envia una senyal que és captada i interpretada pel PLC.



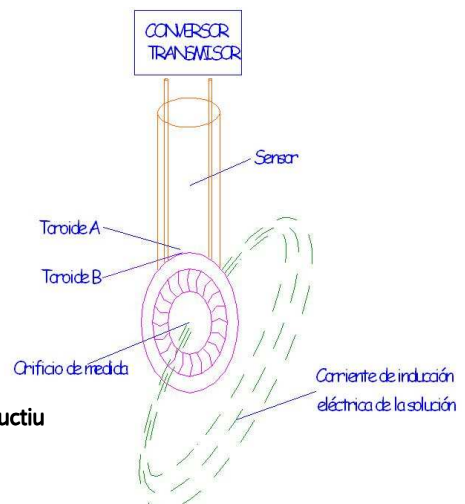
Imatge 45: Sensor de nivell magnètic  
Font: Endress - Hausser

Aquest, immediatament després de rebre la senyal del LSL, iniciarà el procés de recàrrega del dipòsit. Per fer-ho disposarà de dues senyals, la primera la que el LSH emeti quan el dipòsit sigui ple, i la segona la del conductímetre que ens indiqui la concentració del dipòsit. Per altra banda n'emetrà dues, una per obrir la vàlvula neumàtica que permeti el pas d'aigua de xarxa i una per obrir la vàlvula d'entrada de detergent concentrat. Aquesta última estarà programada de manera que tingui un temps màxim d'obertura, per evitar així que s'excedeixi la concentració i que se'ns buidi el contenidor de detergent concentrat.

Un cop la unitat està en funcionament, serà necessari mantenir les solucions detergents de l'interior del dipòsit a la concentració adequada. Pel manteniment de la concentració ens basarem en la lectura de la conductivitat de les solucions detergents. La majoria dels detergents són electròlits forts i per tant presenten una conductivitat elèctrica superior a la de l'aigua, i aquesta és indicativa de la concentració d'aquests en aigua. Per la lectura de la conductivitat requerim de un sensor de concentració en contacte amb el fluid i de un conversor-transmissor de les dades obtingudes.

El sensor de concentració pot ser format per elèctrodes, o bé pot ser de tipus inductiu.

Els sensors formats per elèctrodes, en estar en contacte directe amb el fluid, s'embruten fàcilment i fins hi tot poden desgastar-se produint-se així una distorsió en les lectures obtingudes.

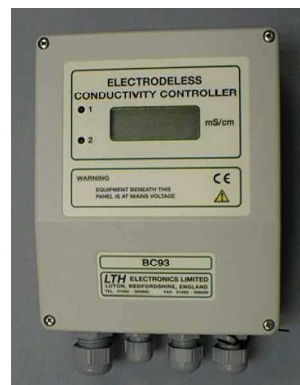


Imatge 46: detall sonda conductímetre inductiu  
Font: Diversey España, S.L.

Per altra banda, els sensors de tipus inductiu es basen en la mesura de la corrent induïda en el "toroide b" en generar un camp magnètic el "toroide A". Segons la solució detergent el camp magnètic variarà i serà captat pel toroide b.

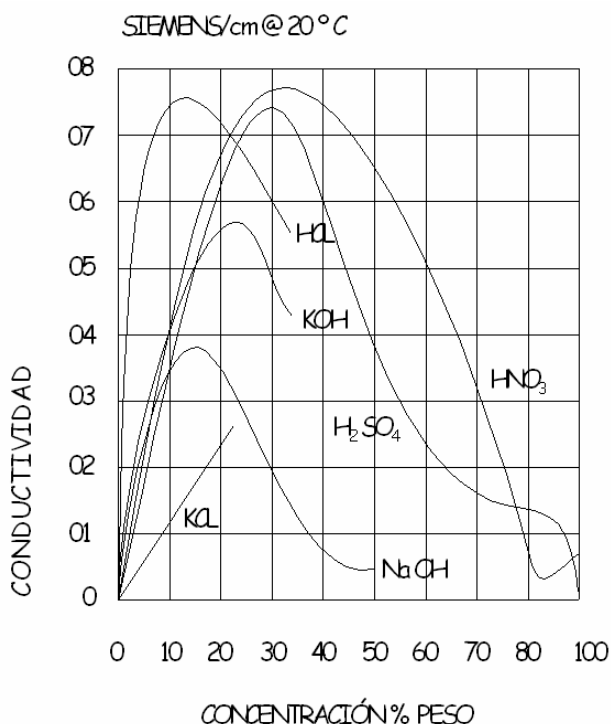
Un cop hem obtingut les dades de concentració, aquestes són enviades al conversor-transmissor que informarà al PLC de la concentració de la solució detergent que trobem a dins del dipòsit i aquest permetrà l'entrada o no de detergent concentrat.

**Imatge 47: conversor - transmissor**  
Font: Diversey Espanya, S.L.



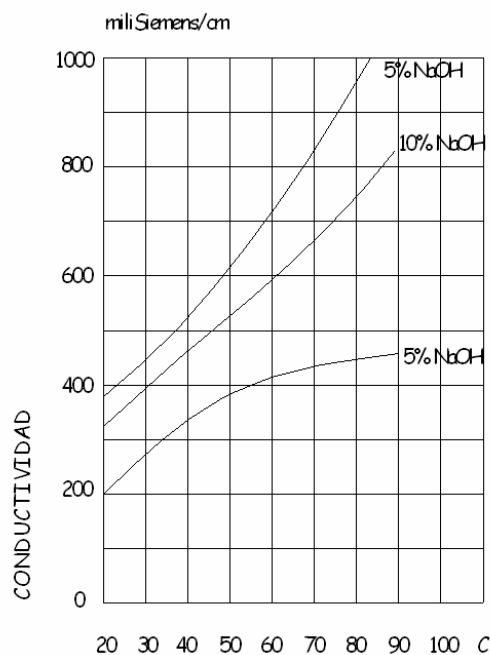
Per tal d'homogeneïtzar adequadament la solució dins del dipòsit, aquest disposarà d'una canonada i una bomba de recirculació. En aquesta canonada instal·larem l'elèctrode de mesura de la conductivitat, ja que és en aquest punt on tindrem la lectura més fiable. Per obtenir uns resultat correctes de conductivitat, cal tenir en compte alguns factors que seguidament enumerem.

D'entrada, hem de tenir en compte que la conductivitat no varia linealment en funció de la concentració. Com veiem en la següent gràfica, amb la majoria de detergents concentrats, la mesura de la conductivitat dibuixa una corba segons la concentració del detergent.



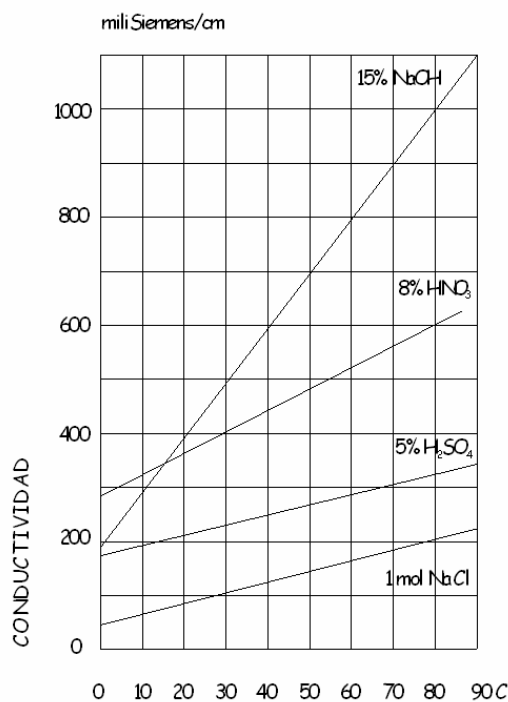
**Figura 9: variació de la conductivitat segons la concentració**  
Font: elaboració Diversey Espanya S.L.

Cal tenir present també que , segons la temperatura del fluid, la lectura de conductivitat variarà. Així doncs, com podem veure en la següent gràfica, a diferent concentració de Hidròxid de Sodi, en variar la temperatura, varia la lectura de conductivitat.



**Figura 10: variació de la conductivitat segons la temperatura a la mateixa concentració**  
Font: elaboració Diversey Espanya S.L.

Finalment, hem de tenir en compte que la variació de conductivitat amb la temperatura és diferent per a cada detergent. Aquest fet es pot comprovar en la següent gràfica.



**Figura 11: variació de la conductivitat segons la temperatura en diferents detergents**  
Font: elaboració Diversey Espanya S.L.

Tots aquests paràmetres ja estan incorporats en el conversor-transmissor de conductivitat, així doncs, les dades que transmetrà al PLC seran les adequades per realitzar les accions pertinents per obtenir la concentració òptima de detergent a dins dels dipòsits de la unitat CIP.

Com ens podem imaginar, per realitzar la lectura adequadament, el conversor-transmissor requerirà dades sobre la temperatura del fluid.

Aquesta s'aconseguirà mitjançant sondes de temperatura del tipus PT-100. Aquestes sondes basen el seu funcionament en la variació de la resistència elèctrica del seu interior en funció de la temperatura a la que es troba. Dit d'altra manera, a 20°C la resistència elèctrica del fil conductor que passa per l'interior de la sonda és una, mentre que a 80°C la resistència serà força diferent. La lectura de les PT-100 ens servirà també per dur el control de la temperatura dels dipòsits.



**Imatge 48: sonda de temperatura PT-100**  
**Font: Diversey España, S.L.**

Com hem vist anteriorment, per realitzar la neteja de forma eficient, és necessari que les solucions detergents estiguin a una temperatura en concret. Per exemple, l' Hipoclorit sòdic, a 63°C té una efectivitat de destrucció de microorganismes del 100%. Per aconseguir aquestes temperatures, disposem de diferents possibilitats.

- Escalfament en línia
- Escalfament en cicle especial
- Escalfament permanent

L'escalfament en línia consisteix en escalfar les solucions detergent en el moment de ser utilitzades, és a dir a mesura que aquestes són impulsades des de la unitat CIP fins a l'objecte de neteja. Aquest tipus d'escalfament requereix molta quantitat de vapor de forma puntual, necessitat que no totes les indústries alimentàries poden satisfer, ja que es necessiten calderes molt grans.

El cicle especial és un sistema pel qual, mitjançant un únic circuit d'escalfament, elevem la temperatura de tots els dipòsits de detergent de forma periòdica. Tots els detergents recirculen pel mateix circuit i d'aquesta manera es van escalfant. Entre el pas de un detergent i un altre és necessari realitzar un esbandit del circuit per evitar mescles entre detergents. Aquest esbandit implica una despesa d'aigua que podem evitar mitjançant altres sistemes.

En l'escalfament permanent, cada un dels dipòsits disposa del seu propi circuit de recirculació d'escalfament. D'aquesta manera aconseguim dos avantatges, per una banda els intercanviadors de calor poden ser molt més petits, ja que la variació de temperatura és menor, així doncs la necessitat de vapor no serà tant elevada i no requerirem del client la disponibilitat de calderes de vapor de grans dimensions. Per altra banda, la despesa d'aigua serà menor, ja que no serà necessari realitzar esbandits del circuit d'escalfament. Aquest sistema és el que utilitzarem en la nostra instal·lació. Això implica que cada un dels dipòsits de solució detergent haurà de disposar de un circuit de recirculació amb el seu intercanviador de calor específic per aquell detergent.

L'entrada de vapor a cada un dels intercanviadors estarà controlada per una vàlvula de regulació continuada, que estarà controlada pel PLC, que en rebre les senyals de temperatura emeses per les sondes PT-100, permetrà més o menys entrada de vapor als intercanviadors.

La capacitat dels intercanviadors vindrà donada per la quantitat de calor necessària per escalfar tot el fluid que emmagatzemen els dipòsits de solució detergent. Així doncs Q (Quantitat de calor) vindrà donada per la següent fórmula:

$$Q = m \cdot \Delta t \cdot C$$

On: m és la massa de l'element a escalfar;  $\Delta t$  és el diferencial de temperatura i C és la calor específica de l'element.

Si tenim en compte que el volum dels dipòsits és de 10.000 Litres i que el diferencial de temperatura són els 80°C que volem menys els 20°C de la temperatura ambient a la que es troben les solucions detergents, i C equival a 1 Kcal./kg °C trobem que Q equival a 600.000 Kcal.

Aquestes 600.000 Kcal. les volem aplicar al llarg de 40 minuts, que és el temps que considerem que és l'adequat per realitzar l'escalfament, de manera que garantim la temperatura òptima en un temps relativament curt (hem de tenir en compte que cada dia no escalfarem les solucions des de zero) i que no ens obliga a instal·lar un intercanviador massa gran que requereixi massa quantitat de vapor. Si dividim les Kcal. entre els minuts en els que volem realitzar l'escalfament, veiem que necessitem un intercanviador de 900.000 Kcal. /hora.



Hem de tenir en compte que, per realitzar la neteja de forma adequada, hem d'eleva la temperatura de totes les canonades i objectes de neteja fins a una certa temperatura, posem per exemple 70°C. Imaginarem que volem netejar el dipòsit més gran de tots (Silo nº6, 200 m<sup>3</sup>) i tot el circuit amb vàlvules i elements direccionals que es troben a una temperatura de 15°C. Estem parlant en total de uns 10.000 kg d'acer inoxidable AISI 304, que té una calor específica d'aproximadament 0,12 kcal/kg °C. Utilitzant la mateixa fórmula que abans ens trobarem que per elevar la temperatura d'aquests quilograms d'acer necessitem 66.000 Kcal.

Amb la mateixa fórmula i sabent el cabal que circula pel circuit podem saber que amb el pas de detergent calent a 80°C, estem aportant 350.000 kcal cada hora. Així doncs, si dividim les kcal. que requerim entre les que aportem, veurem que amb 11 minuts hem escalfat tots el quilograms d'acer del circuit i dels elements fins a 70°C. Això vol dir que fins al cap de 11 minuts d'haver començat la neteja no podem començar a comptar temps real de neteja.

Si calculem la quantitat de fluid calent que hem utilitzat per escalfar tots aquests quilograms d'acer, multiplicant el cabal pel temps que hi hem estat, veurem que s'han refredat 6.400 litres de detergent. Que si ho transformem a kcal. perdudes, veurem que són aproximadament 64.000 kcal. Tenint en compte que l'intercanviador n'aporta 900.000 a cada pas pel seu interior, veurem que necessitem per tornar a escalfar aquest volum uns 4,26 minuts.

Amb tots els equips i instruments que hem exposat fins aquí, ja podem realitzar el control i el manteniment, en òptimes condicions, de les solucions detergents a dins i fora dels dipòsits d'emmagatzemament.

La segona funció que cal realitzar des de la unitat CIP, com ja avançàvem anteriorment, consisteix en fer funcionar i realitzar les neteges de forma automàtica. Per aconseguir-ho necessitem complir les funcions que tot seguit enumerem:

- Instal·lació de les bombes d'impulsió que garanteixin el cabal i pressió requerits en cada línia.
- Instal·lació de totes les vàlvules neumàtiques necessàries per dirigir les diferents solucions detergents des de la unitat CIP fins a cada un dels objectes de neteja.
- Instal·lació dels instruments de control necessaris per realitzar la impulsio i retorn de CIP de forma adequada.



Cada una de les línies de neteja de la unitat CIP requerirà la seva pròpia bomba d'impulsió. El cabal i pressió d'aquesta ens ve donada pels elements de les línies. L'element que necessiti un cabal més alt i l'element que necessiti una pressió més elevada, ens determinaran els de la bomba d'aquella línia. Així doncs si fem memòria i observant les taules exposades en anteriors apartats d'aquest treball ens trobem amb la següent relació de bombes per línia:

**Taula 23: cabal i pressió de la bomba d'impulsió de cada línia de neteja**

Línia	Cabal ( $m^3/h$ )	Pressió (m.c.a.)
1	52,1	37,14
2	56	61,03
3	56	60,85
4	40,5	57,36
5	51,8	42,59

Font: elaboració pròpia

Aquestes dades seran transmeses al proveïdor de bombes, que serà l'encarregat de subministrar-nos el model més adequat de bomba per cada una de les línies i les seves necessitats.

Si ens fixem en els cabals i pressions requerides per cada un dels objectes de cada línia podrem veure que difícilment dos d'ells requereixen exactament els mateixos cabals i pressió. Per tal d'adequar la pressió i cabal de la bomba a cada un dels objectes de neteja, instal·larem el que anomenem variadors de freqüència. La funció d'aquest aparell és la de variar les voltes per minut que dona el motor elèctric de la bomba. D'aquesta manera aconseguim reduir o augmentar el cabal impulsat i la pressió subministrada per la bomba, adequant-lo així a cada un dels objectes de neteja.

Tot seguit es mostren dues imatges, una d'una bomba d'acer inoxidable especial pel tractament d'aliments i la d'un variador de freqüència com el que podríem instal·lar per la present unitat CIP.



**Imatge 49: bomba centrífuga especial per usos alimentaris**  
Font: INOXPA



**Imatge 50: variador de freqüència**  
Font: Diversey España, S.L.

Un cop tenim les bombes adaptades a cada element cal fer un pas més, i conèixer quin element ens ajudarà a direccionar les solucions detergent, els desinfectants, o bé l'aigua de xarxa fins a cada un dels objectes de neteja. Per realitzar aquest pas utilitzem vàlvules neumàtiques com les que ja hem anomenat anteriorment.

La vàlvula més utilitzada i senzilla, és la Vàlvula de Papallona, la imatge de la qual s'adjunta tot seguit. Mitjançant un cilindre giratori controlat per aire comprimit, podem obrir o tancar la vàlvula.

Un altre tipus de vàlvula menys utilitzada i més complexa és la vàlvula de tres vies, que s'acciona, igual que l'anterior mitjançant aire comprimit. En aquest cas es tracta d'un cilindre que en pujar o baixar deixa oberta una via de sortida o una altra.



**Imatge 51: vàlvules de tres vies**  
**Font: Diversey España, S.L.**



**Imatge 52: vàlvula de papallona**  
**Font: Diversey España, S.L.**

Si unim diverses vàlvules dels dos tipus que acabem d'anomenar, podem arribar a crear sistemes tant complexes de vàlvules com el que es veu en la següent imatge. Aquests conjunts els anomenem matrius de vàlvules o més freqüentment, Manifolds.



**Imatge 53: matriu de vàlvules, Manifold**  
**Font: Diversey España, S.L.**

Per tal de realitzar el control de la neteja, serà necessària la instal·lació d'alguns instruments de camp que tot seguit enumerem:

**Cabalímetre:** aquest instrument ens servirà per comptabilitzar la quantitat de litres consumits en cada neteja, com també ens servirà per controlar el cabal instantani que circula per la canonada, verificant així, o no que la neteja s'està realitzant amb el cabal adequat. Si el cabal de la impulsió és inferior al cabal requerit per l'objecte de neteja, el PLC no començarà a contar pas del temps de neteja fins que el cabal no sigui l'adequat. Cada línia disposarà de dos cabalímetres, un a la impulsió i un al retorn, per garantir que tot el detergent que s'ha impulsat ha retornat.



Imatge 54: cabalímetre magnètic  
Font: Diversey España, S.L.

**Conductivímetres:** aquests seran iguals que els que hem utilitzat en els dipòsits per conèixer la seva concentració. En aquest cas la seva funció és una mica diferent. Aquí ens serviran per confirmar que la neteja s'està realitzant a la concentració òptima. Els instal·larem al final de la línia de retorn de la unitat CIP, és a dir just abans de tornar a entrar als dipòsits. Fins que aquests conductivímetres no detectin la concentració òptima en aquest punt de la unitat CIP, el PLC no començarà a contar temps de neteja. No només ens serviran per això, sinó que a més són els encarregats de determinar quan la solució de neteja, en retornar, pot tornar a entrar al dipòsit de detergent o bé s'ha de dirigir cap al drenatge de la planta. La concentració mínima que ha de tenir la solució de retorn es podrà configurar a través del PLC.

Finalment haurem de disposar de detectors de cabal tant en la línia d'impulsió com en la línia de retorn. Aquests ens permetran saber en tot moment si estan circulant o no fluids per l'interior de les canonades la unitat CIP. Aparentment la seva utilitat no és molt visible, però resulten molt útils a la hora de detectar averies en la unitat, com també per confirmar el bon funcionament d'aquesta.

## Justificació econòmica del projecte

En apartats anteriors, fèiem referència a la eficiència i a la millora mediambiental en les indústries de producció alimentària, en concret en la indústria làctica. Una manera d'assolir aquests dos objectius era la construcció d'un sistema CIP de neteja.

En l'actualitat, aquest sistema ja està en funcionament. En aquest apartat del treball mirarem de justificar la construcció d'aquesta unitat CIP amb el resultat de consum obtinguts al llarg d'un any de funcionament.

Ens fixarem en el consum d'aigua per litre de llet arribada a planta. (No podem realitzar els càlculs amb llet expedida degut a que durant el procés productiu es poden produir mermes que no quedarien reflectides).

Segons dades proporcionades pel propietari de la planta, l'any 2009 la mitjana d'aquesta ràtio era de 4,25 litres d'aigua per litre de llet arribada a planta. El nou sistema de neteja CIP es va posar en funcionament al mes de març de l'any 2010. Des d'aleshores fins a data d'avui s'han pres dades mensualment dels consums d'aigua i dels litres de llet que han arribat a la planta. Els resultats es mostren en la següent taula:

**Taula 24: resum de consums anuals d'aigua i producció de llet**

	Consum d'aigua		Producció		Ràtio mensual
	2009 m3	2010 m3	Llet Klitres	Sucs Klitres	
<b>Gener</b>	<b>24.119</b>	<b>34.582</b>			
<b>Febrer</b>	<b>34.389</b>	<b>32.947</b>			
<b>Març</b>	<b>35.660</b>	<b>31.525</b>	9.093	0,43	<b>3,47</b>
<b>Abril</b>	<b>39.980</b>	<b>29.871</b>	8.870	1.264,56	<b>2,95</b>
<b>Maig</b>	<b>38.544</b>	<b>35.853</b>	10.595	1.608,28	<b>2,94</b>
<b>Juny</b>	<b>38.049</b>	<b>33.308</b>	8.517	1.607,30	<b>3,29</b>
<b>Juliol</b>	<b>39.701</b>	<b>37.808</b>	10.956	1.262,40	<b>3,09</b>
<b>Agost</b>	<b>38.555</b>	<b>34.106</b>	9.005	1.265,62	<b>3,32</b>
<b>Setembre</b>	<b>33.137</b>	<b>32.434</b>	8.230	1.821,46	<b>3,23</b>
<b>Octubre</b>	<b>32.367</b>	<b>36.199</b>	8.230	1.821,46	<b>3,60</b>
<b>Novembre</b>	<b>32.710</b>	<b>31.766</b>	8.680	2.057,77	<b>2,96</b>
<b>Desembre</b>	<b>30.095</b>	<b>34.786</b>	9.587	2.144,23	<b>2,97</b>
<b>Totals (des de març)</b>	<b>358.798</b>	<b>337.656</b>	<b>91.763</b>	<b>14.854</b>	
<b>Ràtio d'aigua</b>	<b>3,6612</b>	<b>3,16702</b>			

Font: elaboració pròpia

Com podem veure en la columna de producció, entre llet i llet destinada a sucs, l'any 2010 s'han processat 106 milions de litres de llet. En multiplicar aquest valor pels 4,25 litres d'aigua per litre de llet ens trobem davant d'un consum d'aigua de 453 milions de litres al cap de l'any.

Amb el nou sistema de neteja CIP, la ràtio , si fem la mitjana del total de l'any, és de 3,16 litres d'aigua per litre de llet processada. Al llarg de l'any, des de març fins a desembre s'han consumit 337 milions de litres d'aigua, és a dir que s'han estalviat **116 milions** de litres d'aigua.

A la ciutat de León, 1 metre cúbic d'aigua, costa uns 0,60€. Així doncs, un estalvi de 116.000 m<sup>3</sup> d'aigua representa 69.600 €menys de despesa anual.

La unitat CIP dissenyada en aquest treball té un preu de 451.732 €.

Per tal de calcular la rendibilitat de la instal·lació realitzarem el següent càlcul:

$$Rendibilitat = \frac{Estalvi\ anual}{Preu\ de\ la\ instal\cdot lació}$$

Si apliquem a la fórmula els valors que ja hem presentat, veiem que la rendibilitat del projecte és de un 15,4%. Per saber amb quants anys recuperarem la inversió, és necessari elaborar la següent operació:

$$Anys = \frac{100}{Rendibilitat}$$

Aplicant els valors obtinguts anteriorment a la fórmula, veiem que en 6 anys i mig haurem recuperat la inversió.

Seguidament calcularem la viabilitat de la instal·lació utilitzant el sistema d'anàlisi de inversions mitjançant el càlcul del Valor Actualitzat Net (VAN). Aquest correspon a la suma dels valors actualitzats de tots els fluxos nets de caixa esperats del projecte, és a dir els rendiments anuals, deduït el valor inicial de la inversió. Si la inversió té un VAN positiu, voldrà dir que el projecte és rendible.

Apliquem doncs la següent fórmula:

$$VAN = -INV + \sum (Rn / (1+i)^n)$$

On:

- INV: Inversió Inicial de 451.732 €
- Rn: rendiments anuals de 69.600 €per any
- n: nombre d'anys de operativitat de la instal·lació, en aquest cas 15 anys
- i: Taxa de Rendibilitat exigible: 5,98%

S'ha establert com a tipus d'interès el 5,98% constant ja que és el valor oficial acutal de les obligacions de l'Estat a quinze anys. Aquest coincideix amb la vida útil de la instal·lació realitzada.

Taula 25: taula resum càlcul del VAN

	ANYS EXPLOTACIO PROJECTE DE INVERSIÓ							
	1	2	3	4	5	6	7	8
INVERSIÓ INICIAL (€)	451.732							
Rendiments anuals (€)	69.600	69.600	69.600	69.600	69.600	69.600	69.600	69.600
Taxa Interès desitjat	0,0598							
ANYS EXPLOTACIO PROJECTE DE INVERSIÓ								
VAN a 15 anys 225.125 €	9	10	11	12	13	14	15	
	69.600	69.600	69.600	69.600	69.600	69.600	69.600	69.600

Font: elaboració pròpia

En quinze anys, els rendiments obtinguts han permès recuperar la inversió inicial i proporcionar uns excedents que a partir de la data d'inici de la inversió suposen 225.125€

Cal dir que en el càlcul del VAN, aquest es torna positiu als vuit anys i sis mesos aproximadament la posada en marxa de la instal·lació. Això vol dir que el termini de cobertura de l'explotació de la instal·lació és de més de 6 anys sense perdre la taxa de rendibilitat exigible del 5,98%.

Aquesta instal·lació serà més rendible en aquelles zones on el preu del metre cúbic d'aigua sigui més alt, com per exemple Catalunya.

La producció d'aquesta planta no ha parat d'augmentar al llarg de tot l'any anterior. Actualment, degut a que una indústria làctica es va cremar a principis d'any i part de la producció d'aquesta ha anat a parar a les instal·lacions on s'ha construït aquesta unitat CIP, els litres de llet produïts han augmentat notablement. Això ens fa pensar que la rendibilitat segurament és més alta i per tant la inversió es recuperarà abans del que s'ha previst. Cal tenir present que els càlculs realitzats prèviament, s'ha considerat el preu del metre cúbic d'aigua constant. Si es donés el cas que aquest pugés amb el temps, la inversió es recuperarà evidentment, abans del que s'ha previst.

No obstant fins ara només hem parlat d'estalvi econòmic, però l'impacte ambiental de deixar de consumir 116.000 m<sup>3</sup> d'aigua anualment no té preu.

Un menor consum d'aigua porta implícit de forma directament proporcional una menor producció de residus generats, que alhora no han de ser tractats.

En definitiva un estalvi d'aigua d'aquesta magnitud va molt més enllà de l'estalvi econòmic que representa.

## Conclusions

Després de la realització d'aquest treball, podem treure diverses conclusions que tot seguit exposarem.

D'entrada cal remarcar la importància dels consumidors de llet en el desenvolupament de tot aquest projecte. Hem de tenir present que de no ser per ells els supermercats potser no haurien tingut l'èxit que han tingut, fet que hagués impedit la creació de les empreses de distribució que ara tenen tant poder. En definitiva podem concloure que el mercat és molt exigent i sovint requereix realitzar inversions de molts milers d'euros. D'altra banda volem remarcar la importància i el poder que tenim els consumidors sobre el mercat que, en definitiva, es mou segons les nostres prioritats i necessitats.

En el cas que ens ha ocupat al llarg de tot el treball, hem procurat adaptar una indústria làctica al mercat mitjançant un nou sistema de neteja, que li permeti no només mantenir uns preus de venda a l'abast de tothom, sinó també adaptar-se a les normatives medi ambientals cada cop més exigents.

Aquest nou sistema de neteja, ha consistit en la instal·lació d'una unitat CIP que permet la sanitització de tota la maquinària de la planta sense haver de desmuntar-la i de forma automàtica. Aquesta unitat CIP realitza les funcions de neteja mitjançant un efecte mecànic aconseguit mitjançant el fregament de l'aigua en circulació per l'interior dels equips i canonades, mitjançant l'efecte químic generat per un detergent càustic o àcid, mitjançant la circulació d'aigua i/o detergent durant un cert temps i mitjançant l'acció de la temperatura dels fluids de neteja.

Com hem pogut veure, la neteja d'un equipo o d'una canonada no consisteix en senzillament realitzar els 4 passos que hem comentat, sinó en ajustar cada un d'ells a la maquinària de la que disposen a la planta, i a la funció que realitza i com la realitza. Així doncs ens ha estat necessari primer conèixer els processos de producció que es duen a terme a la indústria, amb quines màquines es realitzen i com treballa cada una d'elles.

Hem vist que els processos de neteja estan molt lligats amb la composició química de la matèria que hem d'eliminar, com també amb la temperatura amb la que ha estat tractada aquesta.

Degut a aquest fet i al disseny de l'element que hem de netejar, hem hagut de generar un programa específic de neteja per cada un d'ells. Les condicions hidràuliques per generar l'efecte mecànic desitjat són diferents per cada element, al igual que el detergent, el temps d'actuació i la temperatura de treball, si bé es poden trobar paràmetres de treball generals que serveixin per la majoria dels equips i canonades.

Un cop hem sigut coneixedors d'aquests paràmetres específics de cada element, hem estat capaços de dimensionar una unitat CIP que permetés la neteja en condicions òptimes de tots ells, garantint a la vegada consums molt baixos d'aigua i l'adaptació a la normativa actual Europea com també a la normativa exigida per les EDD als productors.

L'automatització de una unitat CIP capaç de netejar tots els objectes de una indústria làctica capaç de processar més de 100 milions de litres de llet anuals, requereix la instal·lació de molts instruments molt variats per garantir-ne un control acurat i precís. Aquest passa per la centralització de tots els instruments en un únic element de control que a més d'aquesta funció realitza el registre de tots els consums i processos que estan directament relacionats amb la unitat CIP. Aquest equip gestiona a més les alarmes derivades de possibles problemes ocorreguts durant el funcionament rutinari de la instal·lació. Aquests són registrats adequadament per garantir la correcta traçabilitat i funcionament de la producció.

Finalment, després d'un any de funcionament de la unitat CIP hem pogut veure les estadístiques de consums i producció derivades del seu funcionament. Podem dir per acabar que, la instal·lació d'aquesta unitat de neteja automàtica ha donat els resultats esperats amb escreix, aconseguint que una indústria alimentària pugui seguir produint amb uns costos raonables, dins de la normativa i sobretot que pugui seguir funcionant a dins d'un mercat sotmès a una crisi profunda de la que sembla, comença a sortir.



## Índex de taules

Taula 1: Evolució de la producció de llet i derivats a Espanya .....	13
Taula 2: Quotes de mercat d'alimentació per habitatge segons format comercial .....	14
Taula 3: Penetració de les EDD's en làctics.....	15
Taula 4: cabal segons el diàmetre en Sistemes CIP .....	24
Taula 5: diferència entre capçals a alta i baixa pressió .....	25
Taula 6: Composició química de la llet .....	29
Taula 7: dificultat de neteja segons components.....	30
Taula 8: taula d'Arnold .....	33
Taula 9: característiques dels Dipòsits Primaris .....	63
Taula 10: característiques del Dipòsit Pulmó .....	66
Taula 11: característiques dels Dipòsits Entremitjos (Dipòsits Brik) .....	69
Taula 12: característiques dels Dipòsits de Nata (Maduradors) .....	72
Taula 13: característiques dels dipòsits pre-mescla .....	75
Taula 14: característiques dels dipòsits de mescla .....	77
Taula 15: característiques dels dipòsits asèptics .....	80
Taula 16 : Cabal i Pressió necessaris per la neteja de cada un dels elements de la planta ....	87
Taula 17 : Cabal i Pressió necessaris per la neteja de cada un dels elements de la planta ....	94
Taula 18: elements compresos en la Línia 1 .....	97
Taula 19: elements compresos en la Línia 2 .....	98
Taula 20: elements compresos en la Línia 3 .....	98
Taula 21: elements compresos en la Línia 4 .....	99
Taula 22: elements compresos en la Línia 5 .....	99
Taula 23: cabal i pressió de la bomba d'impulsió de cada línia de neteja .....	114
Taula 24: resum de consums anuals d'aigua i producció de llet .....	117
Taula 25: taula resum càlcul del VAN .....	119

## Índex de figures

Figura 1: Evolució de la producció de llet a Europa .....	12
Figura 2: Repartiment del mercat de llet clàssica per marques .....	16
Figura 3: diagrama de Moody .....	23
Figura 4: diagrama de flux bàsic .....	36
Figura 5: diagrama flux elaboració llet sencera, semi i desnatada .....	37
Figura 6: destrucció d'espores respecte canvis químics en la llet .....	38
Figura 7: diagrama flux llet enriquida amb calci i vitamines .....	39
Figura 8: diagrama de flux nata per expedició .....	40
Figura 9: variació de la conductivitat segons la concentració .....	109
Figura 10: variació de la conductivitat segons la temperatura a la mateixa concentració ..	110
Figura 11: variació de la conductivitat segons la temperatura en diferents detergents .....	110

## Índex de imatges

Imatge 1: sistema CIP Obert .....	19
Imatge 2: sistema CIP tancat .....	20
Imatge 3: sistema CIP tancat amb recirculació .....	21
Imatge 4: efecte de l'aigua segons el cabal .....	22
Imatge 5: dues boles de neteja a baixa pressió .....	26
Imatge 6: disposició geomètrica de les boles de neteja en dipòsits .....	27
Imatge 7: Cisterna de llet .....	42
Imatge 8: Cisterna de llet descarregant a planta .....	42
Imatge 9: Refrigerador de llet .....	43
Imatge 10: dipòsit primari, representació de la circulació interna.....	44
Imatge 11: Interior higienitzadora .....	45
Imatge 12: Detall interior higienitzadora .....	45
Imatge 13: Detall agitador dipòsit pulmó .....	46
Imatge 14: Detall interior placa .....	47
Imatge 15: Circulació fluids fred i calent dins d'un intercanviador de calor de plaques .....	47
Imatge 16: Circulació de nata i llet magra dins una desnatadora .....	48
Imatge 17: pas de llet per l'interior d'una desnatadora .....	48
Imatge 18: dipòsit de nata amb agitador .....	51
Imatge 19: mescladora (Liquiverter) .....	52
Imatge 20: dipòsit de mescla o d'estandardització .....	53
Imatge 21: esquema general elements UHT .....	54
Imatge 22: detall interior vàlvula d'injecció de vapor .....	55
Imatge 23: interior homogeneïtzador .....	56

<b>Imatge 24: detall interior homogeneïtzador .....</b>	<b>56</b>
<b>Imatge 25: volum del glòbul gras en cada etapa d'homogeneïtzació .....</b>	<b>56</b>
<b>Imatge 26: dipòsit asèptic .....</b>	<b>58</b>
<b>Imatge 27: omplidora asèptica (TBA) .....</b>	<b>59</b>
<b>Imatge 28: circuit descàrrega cisternes .....</b>	<b>61</b>
<b>Imatge 29: circuit refrigeradors i multivies distribució a dipòsits primaris .....</b>	<b>62</b>
<b>Imatge 30: circuit d'entrada i sortida dels silos .....</b>	<b>64</b>
<b>Imatge 31: circuit higienitzadores i dipòsit pulmó .....</b>	<b>65</b>
<b>Imatge 32: circuit dipòsit pulmó i Termitzador .....</b>	<b>66</b>
<b>Imatge 33: circuit desnatadores .....</b>	<b>68</b>
<b>Imatge 34: circuit entrada Dipòsits Entremitjos .....</b>	<b>70</b>
<b>Imatge 35: circuit sortida Dipòsits Entremitjos.....</b>	<b>71</b>
<b>Imatge 36: circuit Dipòsits de Nata (Maduradors) .....</b>	<b>73</b>
<b>Imatge 37: circuit càrrega cisternes de Nata .....</b>	<b>74</b>
<b>Imatge 38: circuit pre-mescles i Liquiverters A i B .....</b>	<b>76</b>
<b>Imatge 39: circuit entrada als dipòsits de mescla .....</b>	<b>78</b>
<b>Imatge 40: circuit sortida dels dipòsits de mescla .....</b>	<b>79</b>
<b>Imatge 41: circuit UHT, dipòsits asèptics i omplidores .....</b>	<b>81</b>
<b>Imatge 42: Programable Logic Controller .....</b>	<b>106</b>
<b>Imatge 43: Gràfic de neteja d'un programa de 5 passos .....</b>	<b>106</b>
<b>Imatge 44: imatge tridimensional de la unitat CIP visualitzada mitjançant l'SCADA .....</b>	<b>107</b>
<b>Imatge 45: Sensor de nivell magnètic .....</b>	<b>108</b>
<b>Imatge 46: detall sonda conductivímetre inductiu .....</b>	<b>108</b>
<b>Imatge 47: convertidor - transmissor .....</b>	<b>109</b>
<b>Imatge 48: sonda de temperatura PT-100 .....</b>	<b>111</b>
<b>Imatge 49: bomba centrífuga especial per usos alimentaris .....</b>	<b>114</b>
<b>Imatge 50: variador de freqüència .....</b>	<b>114</b>
<b>Imatge 51: vàlvules de tres vies .....</b>	<b>115</b>
<b>Imatge 52: vàlvula de papallona .....</b>	<b>115</b>
<b>Imatge 53: matriu de vàlvules, Manifold .....</b>	<b>115</b>
<b>Imatge 54: cablímetre magnètic .....</b>	<b>116</b>

## Bibliografia

---

- Amat, Oriol. (2008) "Comprender la contabilidad y las finanzas". Gestion 2000.
- Gösta Bylund, M.Sc. (1995) "Dairy processing handbook". Tetra Pak Processing Systems AB, Lund
- Hall, H.S. (1959) "In place cleaning of dairy equipment". Society of Dairy Technology, London

## Recursos Electrònics

---

- Alimarket, información económica sectorial, <http://www.alimarket.es/home> . 1/11/2010
- APV an SPX brand, <http://www.apv.com/> . 05/01/2011
- Departament d'agricultura, ramaderia, pesca, alimentació i medi ambient, <http://www20.gencat.cat/portal/site/DAR>. 21/10/2010
- El portal de la Unión Europea, [http://europa.eu/index\\_es.htm](http://europa.eu/index_es.htm). 21/10/2010
- Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, <http://www.marm.es/es/>. 21/10/2010
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, [http://www.fao.org/index\\_es.htm](http://www.fao.org/index_es.htm) . 22/10/2010
- Tetra Pak What's Good, <http://www.tetrapak.com/Pages/default.aspx>. 05/01/2011

Principalment, la informació d'aquest treball ha estat obtinguda a través de l'empresa Diversey España, S.L. , la qual ha aportat la major part de recursos i dades.